OULUN SEUDUN
AMMATTIKORKEAKOULU

Antti Savukoski

KUNNONVALVONTAMITTAUSTEN KÄYTÖN TEHOSTAMINEN

KUNNONVALVONTAMITTAUSTEN KÄYTÖN TEHOSTAMINEN

Antti Savukoski
Opinnäytetyö
Kevät 2013
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Konetekniikka, tuotanto ja logistiikka

Tekijä: Antti Savukoski
Opinnäytetyön nimi: Kunnonvalvontamittausten käytön tehostaminen
Työn ohjaajat: Pekka Lahtinen, Tomi Seppä
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2013 Sivumäärä: 49 + 8 liitettä

Työ toteutettiin Stora Enson Oulun tehtaan paperikonelinja 7:lle syksyn 2012 ja alkutalven 2013 aikana. Työ sai alkunsa UP7-projektista, jossa päivitettiin olemassa oleva Sensodec Advisor -järjestelmä uuteen Sensodec 6S -kunnon- ja ajettavuudenvalvontajärjestelmään. Työn tavoitteena oli kehittää konsepti, jolla saadaan Sensodecin tuottamaa tietoa helpommin saatavaksi tuotannon toimihenkilöille ja kunnossapitäjille. Tässä tapauksessa tiedon levittämisen kanavaksi oli valittu Oulun tehtailla käytössä oleva internet-pohjainen Tukeva-ympäristö.

Työ aloitettiin päällystyskone 7:n kiertovoitelusivun suunnittelulla, koska se oli työn aloitusvaiheessa ainoa toimiva osa Sensodec 6S -järjestelmää. Alustavan sivuhahmotelman luomisen jälkeen haastateltiin 7-linjan toimihenkilöt ja kunnossapidon henkilöitä. Haastattelujen perusteella valittiin haluttu tunnusluku ja muut muuttujat. Ensimmäisen julkaistun version jälkeen kerättiin käyttäjiltä kommentit, joiden pohjalta täydennettiin tietoja kiertovoitelun www-sivulle. Täydennysten jälkeen ei ilmaantunut enää muutosehdotuksia, joten paperikoneelle toteutettiin vastaava sivu samoilla periaatteilla viikon 47 seisokin jälkeen.

Värähtelyvalvonnasta kartoitettiin siihen liittyviä haasteita ja mahdollisuuksia Tukeva-ympäristössä sekä yleisesti. Haasteita ovat muun muassa tunnuslukujen, trendien ja käyrien valtava määrä. Haasteisiin liittyivät tulkinnan vaatima asiantuntemus, ajonopeuden ja lajin vaikutus värähtelytasoihin, värähtelyn epätasaisuus, turhien hälytysten suuri määrä sekä järjestelmän oleminen kehitysvaiheessa. Värähtelyyn liittyvää valvontaa on mahdollista kehittää kolmella tavalla. Valvonnassa voidaan pyrkiä reagoimaan äkillisiin vikaantumisiin, tarkastella yleiskuvaa koneen nykytilasta tai kehittää menetelmä värähtelytasojen trendien seurantaan.

Työ onnistui kokonaisuudessaan hyvin. Voitelusivut tulivat vakituiseen käyttöön ja niiden tekeminen on dokumentoitu siten, että vastaavien sivujen tekeminen on mahdollista tulevaisuudessa helposti. Värähtelyvalvonnan haasteiden ja mahdollisuuksien kuvaukset toimivat apuna, kun värähtelynvalvontaa halutaan laajentaa Tukeva-ympäristöön.

Asiasanat:
kunnonvalvonta, voitelu, värähtelyt

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering, Production and logistics

---

Author: Antti Savukoski
Title of thesis: Improving Utilization of Condition Monitoring Measurements
Supervisors: Pekka Lahtinen, Tomi Seppä
Term and year when the thesis was submitted: spring 2013
Pages: 49 + 8 appendices

This thesis was accomplished for paper machine 7 at Oulu Mill of Stora Enso in 2012. The idea for the thesis came from the UP7 project where a new Sensodec 6S machinery condition monitoring system replaced the old Advisor system.

The goal of this thesis was to find out a concept which would ease the data sharing of Sensodec. In this case, the internet-based Tukeva environment at Oulu Mill was chosen as the information sharing channel.

The implementation began with the design of the lubrication monitoring page of the paper coaters. After the tentative design, production and maintenance engineers were interviewed. Based on the interviews, the variables were chosen and the first web version was released. Users gave comments and improvement suggestions which led to some updates. After that there were no comments, and thus a similar page was made for the paper machine.

No vibration monitoring pages were made due to numerous challenges. This was known before the thesis was started. The vibration monitoring challenges and opportunities are presented in the theory part. The theory part contains an inclusive description of challenges and different opportunities in which direction vibration monitoring can be improved in the Tukeva environment.

The thesis was successful. The lubrication monitoring pages came to active use. The making of these pages is documented, and therefore similar pages are easy to make in the future. The vibration monitoring challenges and opportunities are described in the way that the text can be used when vibration monitoring is extended to the Tukeva environment.

Keywords:
machinery condition monitoring, vibration, lubrication

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö aloitettiin syksyllä 2012, ja se valmistui tammikuussa 2013. Työn toimeksiantajana toimi Stora Enso Oyj:n paperikonelinja 7 Oulussa. Työn tavoitteena oli kehittää Sensodecin tuottamaa tietoa helposti saatavaan muotoon. Tässä tapauksessa kehittäminen toteutettiin käytössä olevan internet-pohjaisen Tukeva-ympäristön avulla.

Työ on tarjonnut minulle mahdollisuuden ammatilliseen kehittymiseen sekä syventänyt oppimista automaattisesta kunnonvalvonnasta ja sen mahdollisuuksista. Toivottavasti tästä työstä tulee olemaan yhtä paljon apua tilaajalle kuin siitä oli minulle.

Haluankin erityisesti kiittää tuotantojohtaja Mauri Koivurantaa korvaamattomasta avusta työn toteutuksessa sekä käyttöpäällikkö Tomi Seppää opinnäytetyön mahdollistamisesta. Lisäksi suuret kiitokset kuuluvat kaikille työhön osallistuneille OAMK:n, tolan, tuotannon ja kunnossapidon organisaatioissa työskenteleville yhteistyöstä ja avusta työssä.

Oulussa 14.1.2013

Antti Savukoski

SISÄLLYS

1 JOHDANTO

Stora Enso Oyj on ruotsalais-suomalainen metsäteollisuusyritys, joka on syntynyt vuonna 1998 ruotsalaisen Stora AB:n ja suomalaisen Enso Oyj:n yhdistyessä. Stora Enso oli vuonna 2007 Euroopan suurin ja maailman kolmanneksi suurin metsäteollisuusyhtiö sekä maailman suurin paperin- ja kartonginvalmistaja. Stora Ensolla on tuotantolaitoksia 35 maassa. (1.)

Stora Enson Oulun tehdas on yksi maailman suurimmista ja nykyaikaisimmista puuvapaiden taidepainopapereiden valmistajista. Tehdasalueeseen kuuluvat sellutehdas, arkittamo sekä paperikonelinjat 6 ja 7. Lisäksi tehdasalueen välittömässä läheisyydessä toimii useita ulkopuolisia kemian alan yrityksiä. (1.)

Oulun paperitehtaiden tuotantokapasiteetti on 1 125 000 tonnia vuodessa. Markkinat ovat pääasiassa Euroopassa, ja tuotanto keskittyy pääasiassa korkealaatuisiin painotöihin kuten esitteisiin ja taidekirjoihin. Sellutehdas tuottaa täysvalkaistua havusellua, josta noin puolet 370 000 tonnin kapasiteetistä käytetään omilla paperilinjoilla. (1.)

Oulun tehdasalueella kunnossapidosta vastaa Stora Enso Oyj:n ja ABB:n yhteisyritys Efora Oy. Efora Oy on kunnossapitopalveluihin erikoistunut yritys, joka on teollisuuden tuotantolinjojen elinkaaren hallinnan, tuotantotehokkuuden, häiriöttömän käynnin turvaamisen ja kehittämisen osaaja. (2.)

Tässä opinnäytetyössä keskitytään Sensodec-kunnonvalvontajärjestelmän tuottaman tiedon tehokkaampaan käyttöön paperikonelinja 7:llä. Paperinpäällystyskoneelle tehtiin olemassa olevaan Sensodec-järjestelmään päivitys seisokissa viikolla 35. Vastaava päivitys tuli paperikoneelle viikolla 47. Aikaisemmin Sensodec-järjestelmä toimi vain omana järjestelmänään ja sillä oli valvomoiden päädyissä oma pääte. Vanhalla järjestelmällä ei kyetty havaitsemaan kaikkia sen mittausten piiriin kuuluvia vikoja, ja se oli lähinnä vain kunnossapidon käytössä.

Päivityksen myötä käyttöliittymä on uusiutunut ja värähtelyvalvontaan liittyvät järjestelmäkaapit on vaihdettu kokonaan uusiin. Päivityksessä käytettiin ole-

massa olevaa kaapelointia sekä kenttäanturointia. Paperikoneen märkäänpäähän lisättiin kuitenkin muutamia uusia mittauskohteita. Päivityksen kautta on haluttu kehittää tehtaan toimintaympäristöä ja näin ollen lisätä jokaisen työntekijän kiinnostusta oman toiminta-alueensa kunnosta.

Opinnäytetyössä pyritään kehittämään konsepti, jolla tieto saadaan aiempaa helpommin ja avoimemmin käytettäväksi tuotannon henkilöstölle, toimihenkilöille sekä kunnossapidolle. Tavoitteena on saada kerättyä Sensodecin tuottamaa oleellista tietoa web-pohjalle, josta sen jakelu ja tarkastelu on nopeaa. Työn tavoitteena on myös olla tuotannon tukena järjestelmän käyttöönotossa sekä edesauttaa järjestelmän aktiivisempaa käyttöä tuotannossa vikaantumisen huomaamiseksi aikaisemmin.

2 KUNNOSSAPITO JA KUNNONVALVONTA

2.1 Kunnossapidon tehtävät

Kunnossapito on käsitteenä laaja ja monitasoinen. Sen tavoitteena on pitää koneiden, laitteiden ja rakennusten kunnosta huolta mahdollistaen tuotannon tapahtuminen edullisimmassa tilassa nettotuottojen, turvallisuuden, ympäristön ja laadun kannalta. Kunnossapidon yleisimmät tehtävät ovat kunnonvalvonta, ennakkohuolto, korjaava kunnossapito sekä muutos- ja uudistyöt. (3, s. 13.)

Ennakkohuollon tarkoitus on löytää vikojen syyt ennen vikojen syntymistä. Ennakkohuollon perustan luovat muun muassa laitevalmistajien antamat suositukset jonkin tietyn osan määräaikaishuollosta. Esimerkiksi hydrauli- tai voitelujärjestelmän suodattimienvaihto kuuluu määräaikaishuollon piiriin. (4, s. 9.)

Korjaavassa kunnossapidossa saatetaan vaurioitunut tai muuten toimintakyvyttömäksi mennyt laite uudelleen toimintakuntoiseksi. Kyseessä on kallis kunnossapidon muoto, sillä vaurioituminen keskeyttää yleensä kalliin tuotantoprosessin ja kustannukset voivat nousta tuhansiin euroihin tunnissa. (4, s. 10.)

Muutostyöt voidaan lajitella kahtia. On olemassa tuotannon laadun ja määrän parantamiseen tähtääviä muutostöitä sekä työympäristön, työturvallisuuden ja työviihtyvyyden parantamiseen tähtääviä töitä. Esimerkkeinä mainittakoon tehokkaampien sähkökäyttöjen vaihto tai tiukennettujen työsuojelumääräyksien toteuttaminen. (4, s. 10.) Kunnossapito voi osallistua uuden investoinnin asennusvaiheeseen saadakseen arvokasta tietoa huoltoa ja korjausta ajatellen. Tälläisiä töitä kutsutaan uudistöiksi. (4, s. 11.)

Kunnossapidon tärkein tehtävä on pitää yllä maksimaalista teknistä suorituskykyä, tuotannonvarmuutta ja käytön kyvykkyyttä. Tuotantokatkot prosessiteollisuudessa ovat erittäin kalliita, ja ne saattavat aiheuttaa myös muita arvaamattomia taloudellisia seuraamuksia. Kunnossapidon suunta onkin jo vuosikymmeniä ollut korjaavasta kohti ehkäisevää. Jokaista rikkoutumista ei pystytä ehkäisemään, mutta ennaltaehkäisyllä pystytään vähentämään huomattavasti rikkoutumista. Kunnossapito aiheuttaa osaltaan kustannuksia, joten on johdon päätet-

tävissä, missä menee kunnossapidon optimimäärä tuotannon menetyksistä aiheutuvien kustannusten ja kunnossapidon kustannusten välillä. (3, s. 26.)

2.1.1 Kunnonvalvonnan tavoitteet

Kunnonvalvonta liittyy kunnossapidon osana oleellisesti yrityksen muihin toimintoihin. Se tuottaa oleellista tietoa investointien, käytön ja kunnossapidon tueksi. Yhä useammassa yrityksessä kunnonvalvonta on huomattu merkittäväksi tekijäksi osana parempaa kannattavuutta. Kunnonvalvonnalla saavutetaan tuottavuuden kasvua, kunnossapidon parempaa suunniteltavuutta ja seisokkiaikojen tehokkaampaa hyödyntämistä. Kunnonvalvonta vähentää myös suunnittelemattomia seisokkeja ja pidentää koneiden elinikää. (6, s. 11.)

Tehokkaan kunnonvalvonnan avulla suunnittelemattoman seisokin keskimääräinen odotusaika voidaan eliminoida, koska valmistelevat toimenpiteet voidaan tehdä ajon aikana. Toisaalta myös keskimääräinen kunnossapitoaika on lyhyempi, koska viat eivät pääse kehittymään vaurioiksi saakka. Oikeanlaisella kunnonvalvonnalla korjaavat toimenpiteet voidaan kohdistaa oikeisiin paikkoihin ilman turhia koneen avaamisia sekä varaosavarastoja. (6, s. 12.)

Kunnonvalvonnan tuloksena syntyy mittaustuloksia, joita voidaan hyödyntää monella eri taholla. Osa mittaustuloksista on käytettävissä suoraan trendaukseen, mutta valtaosa tarvitsee jatkokäsittelyä. Mittaustulokset saattavat johtaa suoriin hälytyksiin, mutta useimmiten ne vaativat analyysiä ollakseen hyödyllisiä kunnossapidon kannalta. Onnistuneen kunnonvalvonnan ja diagnosoinnin kannalta on oleellista, että koneista ja tapahtuneista vaurioista on käytettävissä historiatietoja. (6, s. 11 - 13.)

2.1.2 Syitä kunnonvalvonnan tärkeyteen

Aiemmin kunnonvalvonta tapahtui pääasiassa aistihavaintojen avulla. Laakereiden kuuntelu puukepillä, koneenosien lämmön kokeilu tai koneenosien tärinän tunnustelu raajoilla olivat kunnossapidon arkipäivää, mutta niitä ei pidä aliarvioida nykypäivänä. Aistihavaintojen rinnalle on kuitenkin alettu kehittää erilaisia mittausmenetelmiä koneiden monimutkaistuessa ja vaatiessa tarkempaa kunnonvalvontaa. Huolto- ja käyttöhenkilökunnan vähentäminen on aiheuttanut

myös sen, että kyseisiä aisteihin perustuvia havaintoja saadaan aiempaa vähemmän. (6, s. 11 - 13.)

Keräilevien mittalaitteiden kehitys on madaltanut niiden käyttöönottokynnystä. Myös työturvallisuuden ja työhyvinvoinnin kannalta on parempi, että koneet hoitavat mittaukset meluisissa ja vaarallisissa olosuhteissa, jolloin saadaan myös oikeita tunnuslukuja aistinvaraisten havaintojen sijaan. (6, s. 11 - 13.)

Nykyajan tuotantolinjat rakennetaan käytännössä ilman varakoneita. Tämän takia yksittäisen koneen käynti on kriittistä koko linjan kannalta. Tuotantomäärien kohotessa seisokkituntien hinnat ovat nousseet. Suuremmat kapasiteetit ovat johtaneet myös pyörimisnopeuksien kasvuun, minkä takia vikaantumiset tapahtuvat aiempaa nopeammin. Prosessien säädön muuttuessa yhä enemmän kierroslukusääteiseksi koneiden tärinäkäyttäytyminen vaihtelee huomattavasti eri kierroslukualueilla. (6, s. 11 - 13.)

2.2 Voitelu

Tehokkain tapa vähentää toistensa suhteen liikkuvien kosketuspintojen kulumista ja kitkaa on erottaa ne voiteluainekalvolla. Voiteluaineeksi kelpaavat periaatteessa mikä tahansa helposti leikkautuva materiaali kiinteässä, kaasumaisessa tai nestemäisessä muodossa. Teollisuudessa käytettävät voiteluaineet ovat lähinnä öljyjä tai rasvoja. (7, s. 12.)

Voitelun tärkeimpiä tehtäviä on erottaa pinnat toisistaan. Tämä pienentää kitkaa ja sitä kautta häviötehoa sekä kulumista. Kiertovoideltavissa kohteissa vaaditaan usein myös kykyä jäähdyttää kosketusta. Epäpuhtauksien tulo voideltavaan kohteeseen sekä pois kuljettaminen ehkäisevät osaltaan ennenaikaista kulumista. Oikeanlainen voitelu vaimentaa myös värähtelyä ja suojaa osia korroosiolta. (7, s. 12.)

Tehokkaalla voitelulla voidaan saavuttaa suurta taloudellistä hyötyä. Alhainen kitka säästää energiaa ja nostaa suoritustehokkuutta. Vähäinen kuluminen mahdollistaa pidemmän koneiän. Oikeaoppinen voitelu on edellytys hyvälle käyttövarmuudelle. (7, s. 12.)

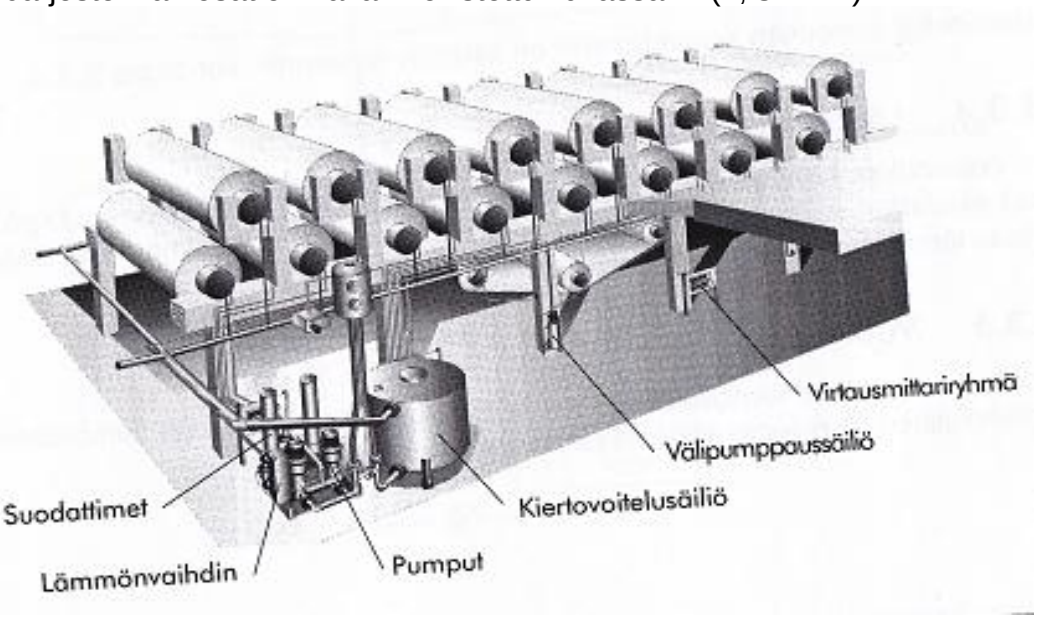
2.2.1 Kiertovoitelujärjestelmä

Kiertovoitelua käytetään kohteissa, joissa tarvitaan öljyvoitelun lisäksi jäähdytystä sekä kykyä puhdistaa kohdetta. Järjestelmän on aina kyettävä tuottamaan oikea määrä hyväkuntoista öljyä jokaiseen voitelukohteeseen. Sen on lisäksi kyettävä toimimaan korkeissa lämpötiloissa sekä poistettava epäpuhtaudet kuten kulumispartikkelit, hapettumistuotteet sekä vesi- ja ilmakuplat. (7, s. 227.)

2.2.2 Kiertovoitelujärjestelmän toiminta ja rakenne

Kiertovoitelusäiliössä öljy lämmitetään sopivan viskositeetin aikaansaamiseksi, jolloin suodatettavuus, pumpattavuus sekä ilman ja veden erottuminen paranevat. Tämän jälkeen öljy pumpataan pääsäiliöstä suodattimien kautta lämmönvaihtimeen, jossa se jäähdytetään haluttuun lämpötilaan. Paineputkisto haaroittuu virtausmittariryhmille, joissa säädetään öljyn virtaus halutun suuruiseksi kohteittain. Voitelukohteista öljy palaa välisäiliöiden kautta paluuputkistoa pitkin pääsäiliöön. (7, s. 227.)

Kiertovoitelujärjestelmään kuuluvat kiertovoitelusäiliö, pumput, öljyn suodattimet, lämmönvaihdin, putkistot ja virtausmittarit. Kiertovoiteluun voi kuulua myös välipumppaussäiliö, kuten paperikonelinja 7:lla, koska osa voitelukohteista niin alhaalla, ettei niistä palaava öljy voi virrata omalla voimalla paluurunkoputkeen. Järjestelmän osat on havainnollistettu kuvassa 1. (7, s. 227.)



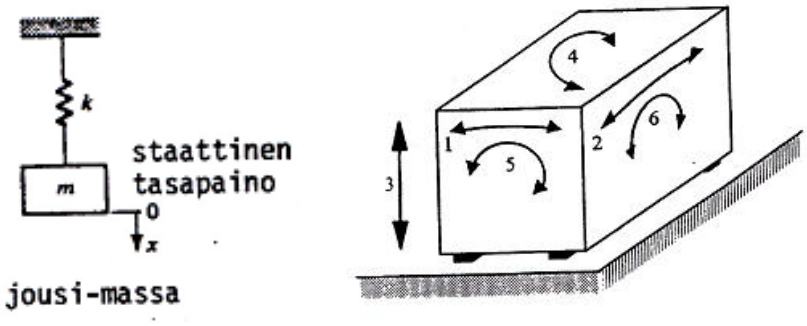
KUVA 1. Kiertovoitelujärjestelmän rakenne (7, s. 227)

2.3 Värähtely

Värähtely on rakenteen, koneen tai koneen osan liikettä tietyn tasapainoaseman ympärillä. Värähtely ei pysy yllä kiinteäsuuntaisella vakiovoimalla, vaan se tarvitsee jatkuvasti suuntaansa tai suuruuttaan vaihtavan voiman. Kiinteän vakiovoiman äkillinen poistuminen voi tosin saada aikaan lyhytaikaisia, jopa vaarallisia värähtelyjä. Tyypillisiä herätteitä pyörivissä kohteissa ovat kulumat, epäpuhtaudet ja linjaus- tai asennusvirheet. (6, s. 42, 44.)

Värähtelevää mekaanista systeemiä voidaan kuvata massan, jousen ja vaimennuksen avulla, jolloin puhutaan yhden asteen värähtelijästä. Kun yhden vapausasteen värähtelijään ei vaikuta ulkoinen voima, kutsutaan sitä vapaaksi värähtelyksi, joka vaimenee ja lopulta katoaa. Vapaan värähtelyn taajuutta kutsutaan ominaistaajuudeksi. Kun kappaleeseen kohdistuu ulkoinen voima, alkaa kappale värähdellä kyseisen voiman taajuudella. Tällainen voima voi olla esimerkiksi telan epätasapaino. Tällöin puhutaan pakkovärähtelystä. Pakkovärähtelevän rakenteen tilaa, jossa taajuudeltaan muuttumaton heräte ylläpitää värähtelyä ominaistaajuudella, kutsutaan resonanssiksi (6, s. 42, 44.)

Todellisuudessa yhden vapausasteen värähtelijät ovat harvinaisia, sillä tavallisella koneella on yleensä vähintään kuusi vapausastetta. Liikettä voi tapahtua kolmeen toisiaan kohtisuoraan olevaan suuntaan ja kiertymistä jokaisen akselin ympäri. (Kuva 2.) (6, s. 40.)



KUVA 2. Yhden ja kuuden vapausasteen värähtelijä (6, s. 41)

2.3.1 Värähtelymittaus

Värähtelymittaus on yleisimmin käytetty menetelmä kunnonvalvonnassa, ja sitä käytetään myös käytönvalvonnassa sekä vikaselvityksissä. Oikein sovellettuna värähtelymittaus on useimmissa tapauksissa paras ennakoivan kunnossapidon mittausmenetelmä, mutta väärin sovellettuna ajan ja resurssien tuhlausta. (8.)

Kunnonvalvonta tekee värähtelymittauksia kahdesta eri syystä. Tulkitsemalla oikein mitattavista koneista tulevaa tärinää voidaan arvioida koneen kuntoa sekä paikallistaa mahdollisen vikaantumisen syntykohta. Toiseksi tiedetään, että värähtelyn vaikutukset koneisiin ovat pääasiassa haitallisia. Värähtely aiheuttaa lisääntyneitä jännityksiä, liitosten löystymistä, väsymismurtumia, lopputuotteen laadun alenemaa, energiahäviöitä ja melua. Värähtelyä voidaan tosin käyttää hyödyksi joissain koneissa kuten tiivistimissä, seuloissa ja kuljettimissa. (6, s. 40.)

Koneiden värähtelyä voidaan mitata kolmella suureella: siirtymä, nopeus ja kiihtyvyys. Näitä suureita voidaan derivoida ja integroida, jolloin yhdestä suureesta saadaan toinen, esimerkiksi kiihtyvyyssignaalista nopeus. (6, s. 45.)

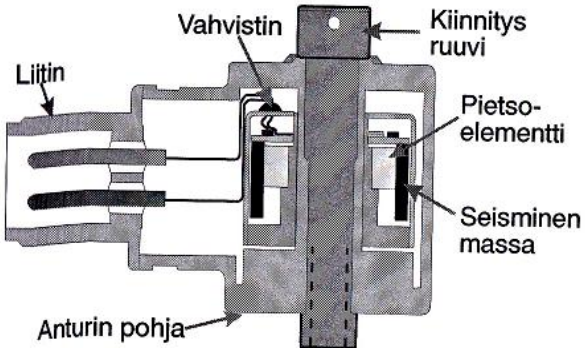
Värähtelyn mittaus siirtymänä ilmaisee suhteellisesti kohteen sijainnin vertauspisteeseen. Nopeusmittaus ilmaisee kappaleen kulkeman siirtymän tietyn ajan kuluessa. Kiihtyvyysmittaus ilmaisee kappaleen nopeuden muutoksen tietyn ajan hetken kuluessa. Kullekin mittasuureelle on omat anturinsa, jotka poikkeavat rakenteeltaan, toimintaperiaatteiltaan sekä eduiltaan toisistaan. (6, s. 45.)

2.3.2 Kiihtyvyysanturi

Kiihtyvyysanturit ovat yleensä pieniä, mutta koot vaihtelevat nuppineulan päästä nyrkin kokoisiin. Antureissa ei ole liikkuvia osia, joten mittaustarkkuus ei yleensä heikkene käytössä. Toimintaperiaatteeltaan kiihtyvyysanturi on yksinkertainen, vaikka sen rakenne on kohtuullisen monimutkainen. (6, s. 46.)

Keskeinen komponentti on pietsosähköinen kide, joka on kiinnitetty anturinkuoreen. Pietsoelementin päällä tai sivulla on seisminen massa. Hitausvoimien vaikutuksesta massa hetkellisesti joko puristaa tai venyttää kidettä, johon syntyy

kiihtyvyteen verrannollinen ja jatkuvasti suuruuttaan ja etumerkkiään vaihtava varaus. Tämä jatkuvasti muuttuva varaus johdetaan vahvistimeen, josta syntyy anturista saatava signaali ja jatkuvasti muuttuva jännite. Kiihtyvyysanturin rakenne on esitetty kuvassa 3. (6, s. 46 - 47.)



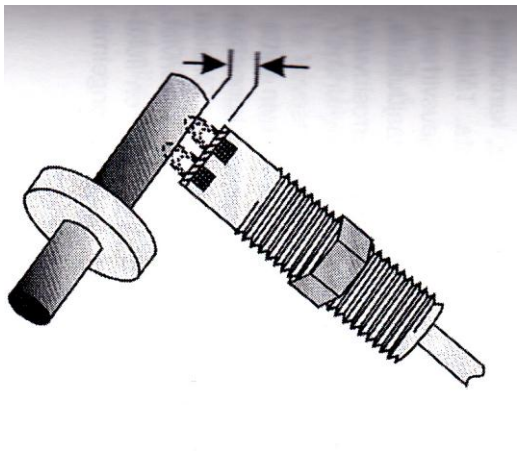
KUVA 3. Kiihtyvyysanturin rakenne (6, s. 46)

Anturi voidaan kiinnittää käsin painamalla, magneetilla tai kierteellä. Kiinnitystapa vaikuttaa mitattavaan taajuusalueeseen anturintyypin kanssa. Parhaimmillaan päästään yli 20 000 Hz taajuuksiin kireällä ruuvikiinnityksellä. Kiihtyvyyden mittayksikkönä käytetään m/s² tai g (9,81 m/s²). (6, s. 46 - 47.)

Kiihtyvyysanturi on ylivoimaisesti käytetyin anturityyppi värähtelymittauksissa. Tämä perustuu ennen kaikkea pieneen kokoon, laajaan taajuusalueeseen sekä edulliseen hintaan. (6, s. 47.)

2.3.3 Siirtymäanturi

Siirtymäanturi on tyypillisesti pyörrevirta-anturi, jolla mitataan kiinnityskohdan ja mitattavan kohdan keskinäistä suhteellista liikettä. Mittaus tapahtuu tyypillisesti läheltä, noin 2 mm päästä. Tavallisin käyttökohde on liukulaakeroitujen koneiden kunnonvalvonnassa, jolloin mitataan laakerikuoresta akselivärähtelyä. Siirtymäanturi on esitetty kuvassa 4. (6, s. 49.)



KUVA 4. Siirtymäanturi (6, s. 49)

Anturilla voidaan mitata värähtelyn lisäksi pinnanmuodon muutoksia, asemaa, akselin ratakäyriä ja sitä voidaan käyttää liukulaakerien kunnonvalvonnassa. Siirtymäanturin hyviä puolia ovat pieni koko, keveys sekä kyky mitata staattista etäisyyttä. Anturin huonoja puolia ovat ulkoisen virtalähteen tarve, vakaan kiinnityskohdan hankaluus ja mitattavan pinnan magneettisten ominaisuuksien aiheuttamat vääristymät. Siirtymän mittayksikkönä käytetään mikrometriä (µm). (6, s. 49 - 50.)

2.3.4 Värähtelyn analysointi

Värähtelyä voidaan analysoida useilla eri menetelmillä. Analyyseissä käytetään tunnuslukuja, trendejä, spektrejä, envelope-spektrejä (verhokäyräanalyysi) sekä signaalien suodatusta. Telojen ja vaihteiden kunnonvalvontaan voidaan soveltaa myös tahdistettua aikakeskiarvoistusta (STA-valvonta). Värähtelyn voimakkuuteen ja taajuuteen vaikuttavat koneen koko ja pyörimistaajuus. Analysoinnilla pyritään selvittämään värähtelytason nousun syy ja vikaantumiskohta sekä mahdollisuuksien mukaan korjaamaan se. Jos korjaus ei ole mahdollista, arvioidaan koneen turvallinen jäljellä oleva elinikä. (10; 11.)

Tunnuslukuja käytetään koneen yleisen kunnon seurantaan ja myös laakerinvalvontaan. Tunnusluvun laskentaan käytetty taajuusalue kertoo yleensä mitä taajuusaluetta spektristä tai signaalista pitää tutkia tarkemmin. Kiihtyvyysmittauksissa painottuvat aina mittauskaistan korkeimmat taajuudet. Matalataajuisen värähtelyn muutokset näkyvät selvimmin nopeuden tehollisarvossa. Tunnuslu-

vut lasketaan signaalin ja spektrien avulla. Erilaisia tunnuslukuja ovat muun muassa nopeuden tehollisarvo, kiihtyvyyden huippuarvo ja laakerinosien ohitustaajuuksien kiihtyvyyden huippuarvot. (10; 11.)

Trendit ovat usein ensimmäinen merkki värähtelytason noususta. Värähtelytrendien tasojen muutokset ovat usein hitaita, useiden kuukausien mittaisia, jolloin on aikaan suunnitella korjaavat toimenpiteet parhaimpaan aikaan. Muutokset voivat tapahtua myös nopeasti, esimerkiksi parin viikon aikana, jolloin muutoksiin ehtii reagoida, muttei optimointiin jää aikaa. Äkilliset muutokset ilmaantuvat yleensä seisokeiden aikana, jolloin on syytä selvittää seisokin tapahtumat. Tunnusluku, jonka trendissä muutos tapahtuu, saattaa antaa viitteitä tapahtuman aiheuttajasta. (10; 11.)

Spektri on taajuusjakauma, jossa mitattu signaali on jaettu eri taajuisten osien summaksi. Matalataajuiset spektrit integroidaan yleensä nopeudeksi ja korkeataajuiset esitetään kiihtyvyytenä. Jos trendeissä on ollut muutos, pyritään spektreistä löytämään ero ennen muutosta ja sen jälkeen. Spektreistä voidaan etsiä harmonisia taajuuksia monikertoineen, varsinkin laakerivikoja etsiessä. Spektristä voidaan havaita myös korkeataajuista kohinaa, joka aiheutuu yleensä voitelun niukkuudesta. (10; 11.)

Mitattua signaalia voidaan suodattaa signaalinkäsittelytyökaluilla siten, että signaalista suodatetaan tai vahvistetaan haluttuja taajuuksia. Suodatus on tarpeen voimakkaasti värähtelevissä kohteissa, joissa heikompi värähtely peittyy vahvemman, esimerkiksi ryntötaajuuden alle. Signaalista voidaan muun muassa tulkita värähtelyn kokonaistasoa sekä mahdollista pulseerausta. (10; 11.)

Envelope-spektri näyttää kiihtyvyyssignaalin korkeataajuisen jaksollisen värähtelyn sen mukaan millainen suodatus analyysissä on. Envelope-spektriä käytetään helpottamaan alkavien laakerivikojen löytymistä, joskin sillä havaitaan ne niin aikaisin, ettei laakerinvaihto ole vielä tarpeen. Vian edetessä värähtely häviää envelope-spektristä ja siirtyy matalammille taajuuksille. Envelope-spektri on tehokas menetelmä paljastamaan alkavia laakerivikoja. (10; 11.)

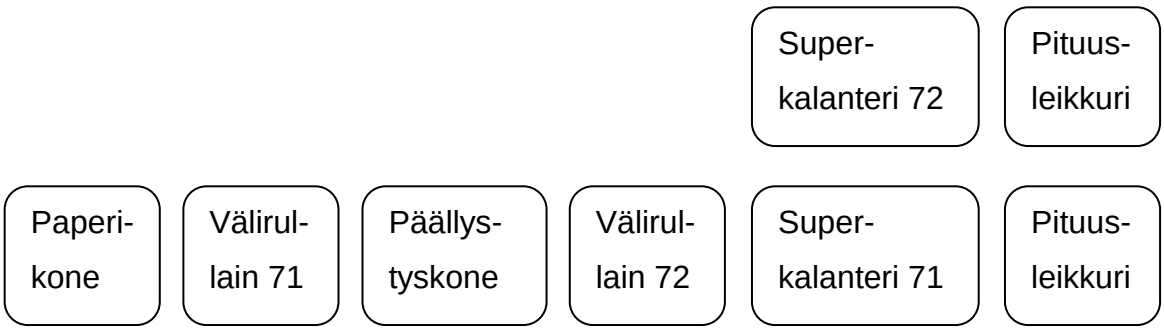
Tahdistettu aikakeskiarvostettu mittaussignaali näyttää yksittäisen koneen osan osuuden kokonaisvärähtelystä näyttämällä ainoastaan liipaisukohdan aiheutta-

man värähtelyn. Kyseisellä analyysitekniikalla on mahdollista vähentää kohinaa, eristää matalatasoisia signaaleja ja selvittää ei-sinimuotoista värähtelyä. Menetelmä perustuu usean mittauksen keskiarvostukseen, jotka aloitetaan täsmälleen samasta kohtaa telan pyörähdystä. Halutun kohteen signaalin pulssit ovat täsmälleen samassa kohdassa jokaisessa mittauksessa. (10; 11.)

3 PAPERIKONELINJA 7

3.1 Paperikonelinja 7:n rakenne

Stora Enso Oyj:n paperikonelinja 7:llä valmistetaan täyspäällystettyä puuvapaata taidepainopaperia painoluokassa 90–150 g/m². Linjaan kuuluvat perältä alkaen paperikone, välirullain 71, päällystyskone, välirullain 72, superkalanterit (2) sekä pituusleikkurit (2). Koneet ovat yhteydessa toisiinsa kiskojen välityksellä joita pitkin rullat olisi mahdollista siirtää aina kalantereille saakka. Rullaliikennettä hoidetaan myös nostureilla hallin pituussuunnassa ja poikittain siirtovaunujen avulla. Rakenne on havainnollistettu kuvassa 5.



KUVA 5. PK7-linjan rakenne

Paperikoneella tapahtuva rainanmuodostus on jatkuva prosessi, jota voidaan jatkaa ilman häiriötilanteita useita päiviä peräkkäin ilman koneen pysäytystä. Myös paperinpäällystyskoneella kyetään ajamaan noin 10 tunnin jaksoja ilman päällystyksen lopettamista koneen kulun salliessa. Muut koneet vaativat pysäytyksen joka konerullan vaihdon yhteydessä.

Tuotantoa ohjataan tuotantosuunnitelman avulla. Tämä periaatteessa tarkoittaa sitä, että paperikone valmistaa jatkuvalla syklillä konerullia, kunnes tilaus saadaan täyteen. Tämän jälkeen paperikoneella tehdään lajinvaihto ja vaihdetaan seuraavaan paperilajiin. Paperikoneen jälkeiset koneet ajavat konerullat siinä lajijärjestyksessä, kuin ne ovat tulleet paperikoneelta.

Käytännössä jokainen paperikoneen seisoma hetki on pois liikevaihdosta. Muut linjan koneet kestävät hieman ajoittaisia katkoja ja häiriöitä, sillä ne on mitoitettu paperikonetta nopeammiksi. Linjassa kestää olla yhteensä noin 28 konerullaa,

jonka jälkeen paperikone täytyy pysäyttää vaihtorautojen puutteen takia. Suuri keskeneräisen tuotannon määrä ei ole este tuotannolle, mutta se aiheuttaa huomattavaa lisätyötä linjassa. Häiriötön ajo on myös turvallisempaa, koska tehdassalin puolella työskentely vähenee.

Paperikone

Paperikoneeseen kuuluvia osia ovat viira-, puristin- ja etukuivatusosa, Sym-Sizeri, jälkikuivatusosa, kalanteri ja kiinnirullain. Viira- ja puristinosaa kutsutaan paperikoneen märäksi pääksi. Lyhyestä kierrosta saapuva massa levitetään perälaatikolla viiran levyiseksi suihkuksi. Viiraosalla massasuspensiosta poistetaan vettä suotauttamalla sihtinä toimivan viirakudoksen läpi. Tarkoituksena on saavuttaa riittävän korkea kuiva-ainepitoisuus, jotta raina saadaan puristimelle. Puristinosa poistetaan rainasta mahdollisimman paljon vettä ja samalla tiivistäen sitä.

Etukuivatusosa kostuu kahdeksasta kuivatusryhmästä. Kuivatusryhmät toimivat kontaktiperiaatteella eli edustavat niin sanottua sylinterikuivausta. Siinä paperirataa kierrätetään sylintereiden ympäri ja sylintereihin johdetaan kuumaa höyryä sisään.

Sym-Sizerilla paperi esipäällystetään ja johdetaan säteily- ja leijukuivaimen kautta jälkikuivatusosalle, joka on toimintaperiaatteeltaan samanlainen kuin etukuivatusosa. Jälkikuivatusosassa koostuu 9 ja 10 ryhmästä. Kalanterilla paperi kulkee telojen välistä, ja telojen puristuksessa ja lämmön vaikutuksesta se silottuu, kiillottuu ja tasoittuu. Kiinnirullauksen tarkoituksena on muuntaa tasomaiseksi valmistettu paperi suureksi konerullaksi helpommin jatkokäsiteltävään ja kuljetettavaan muotoon. Paperikoneella työskentelee neljä henkilöä, joista yksi on välirullaimella.

Välirullain 71

Välirullain 71 sijaitsee heti paperikoneen jälkeen. Se on yksinkertainen kone, jolla rullataan jokainen paperikoneelta valmistunut konerulla. Välirullaimen tehtävänä on leikata paperikoneelta tullut raina oikeaan leveyteen, paikata mahdolliset viat ja yhdistää katkopohjia täysikokoisiksi rulliksi. Rakenteeltaan välirullain

71 on samanlainen kuin välirullain 72, jota käytetään vain tarvittaessa päällystyskoneen jälkeen.

Paperinpäällystyskone

Paperinpäällystyskoneen tehtävänä on parantaa valmiin tuotteen ulkonäköä ja painettavuutta. Päällystys tapahtuu aina molemmin puolin, ja se voi tapahtua joko kahdella tai neljällä asemalla. Päällystyskone koostuu auki- ja kiinnirullauksen lisäksi neljästä asemasta. Rakenteeltaan asemat 1 ja 3 ovat samanlaiset. Samoin ovat asemat 2 ja 4. Aukirullauksessa liitetään välirullaimelta saapuvat konerullat täydessä vauhdissa entisen konerullan pohjaan. Päällystysasemalla tapahtuvan päällystyksen jälkeen paperia kuivataan infrakuivaimella, kolmella ilmakuivaimella ja lopuksi yhdellä kuivatusryhmällä. Sen jälkeen rata siirtyy seuraavalle asemalle ja lopulta kiinnirullaukseen. Päällystyskoneen henkilöstöön kuuluu kuusi miestä, joista yksi hoitaa välirullainta 72.

Jälkikäsittely

Päällystyksen jälkeen konerullat kalanteroidaan, jotta pintaominaisuudet paranevat, paksuusprofiili saadaan halutuksi ja saadaan tiheydeltään haluttua paperia. Superkalantereissa on useampia kokilli- ja polymeeritelojen muodostamia nippejä. Ajotyyppi määrää, kuinka monen nipin kautta ja minkälaisilla teloilla ajetaan.

Kalanterin jälkeen paperiraina on vielä rullattuna konerullaksi tampuuriraudan ympärille. Konerullan raina on 8,4 metriä leveä ja jopa yli 90 km pitkä. Raina leikataan asiakkaalle sopivan levyisiksi ja pituisiksi osarainoiksi ja rullataan hylsyjen ympärille. Lisäksi rainan heikkolaatuiset reunat leikataan pois. Nämä tehtävät suoritetaan pituusleikkurilla. Kalantereita hoidosta vastaa 3 henkilöä, samoin pituusleikkureista.

PK7-linjan kiertovoitelujärjestelmä

Paperikoneella ja päällystyskoneella on kolme erillistä öljyvoitelujärjestelmää, joiden toimintaperiaate on sama. Ensimmäinen on märänpään voitelujärjestelmä. Toinen on kuivanpään voitelujärjestelmä, johon on liitetty kuivatusosan, kalanterin ja kiinnirullaimen voitelukohteet. Kolmannen osan muodostaa päällystyskoneen voitelujärjestelmä, johon on liitetty paperinpäällystyskoneen ja mo-

lempien välirullaimien voitelukohteet. Kiertovoitelun piirissä olevia kohteita ovat mm. telojen laakerit ja vaihteet sekä käyttö- ja välihammaspyörien rynnöt ja laakerit. (8.)

3.2 Oulun tehtaiden informaatiojärjestelmät

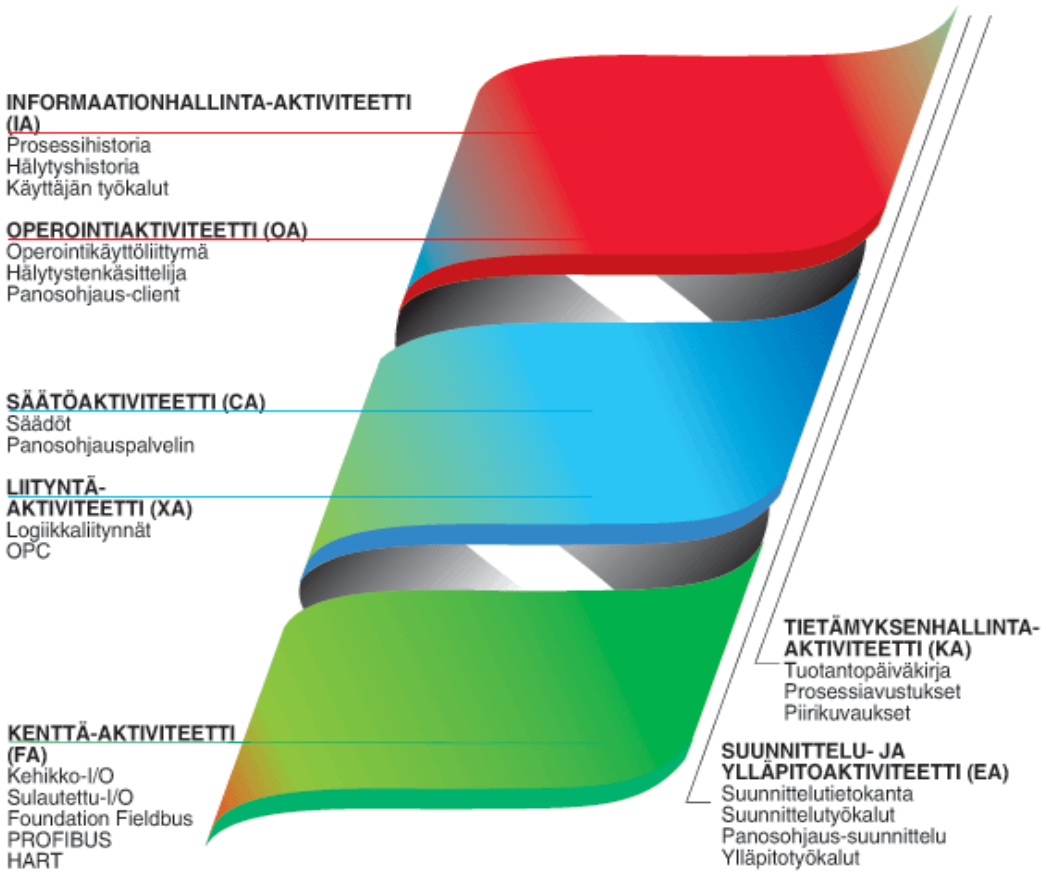
Stora Enson Oulun tehtaalla on käytössä merkittävä määrä erilaisia tieto- ja automaatiojärjestelmiä. Osa järjestelmistä on yrityksen sisällä valmistettuja sovelluksia, mutta pääosin tieto- ja automaatiojärjestelmät ovat ulkoisesti tuotettuja. Tässä luvussa kuvataan lyhyesti tämän työn kannalta oleellisimmat informaatiojärjestelmät.

3.2.1 Metso DNA

PK7-linjalla on pitkään ollut käytössä Valmetin aikanaan lanseeraama Damatic XD -automaatiojärjestelmä, jota ollaan päivittämässä Metso DNA -tuotekonseptiin. Metso DNA on Metso Automationin dynaaminen sovellusverkko (Dynamic Network of Applications), joka perustuu tietämyksen ja informaation vapaaseen verkottamiseen, ohjausautomatiikkaan ja sulautettuihin kenttäohjauksiin. Metso DNA on siis verkko, jossa eri ohjelmistot toimivat yhdessä. Verkko muodostaa ytimen, joka yhdistää eri aktiviteetit. (9.)

Valvomoverkko kytkee Metso DNA:n käyttöliittymän osat kasaan. Prosessiverkko kytkee prosessinohjauksen komponentit yhteen. Prosessinohjauspalvelimet on kytketty myös valvomoverkkoon. Tämä mahdollistaa prosessinohjauspalvelinten ja käyttöliittymien välisen kommunikoinnin. Kenttäväylät kytkevät I/O:t, kenttälaitteet ja prosessinohjauspalvelimet yhteen. Käyttöliittymäkomponentit voidaan kytkeä joko valvomoverkkoon tai toimistoverkkoon. Valvomoverkko on erotettu toimistoverkosta. (9.)

MetsoDNA koostuu aktiviteeteista, joita on yhteensä kahdeksan. Näitä ovat tietämyksenhallinta-, informaationhallinta-, operointi-, säätö-, kenttä-, liityntä-, suunnittelu- ja eDNA-aktiviteetti. eDNA sisältää verkkokytkennät ja palvelut, joiden avulla Metso Automation tarjoaa etätukea. Muiden aktiviteettien lyhyt esittely on kuvassa 6. (9.)



KUVA 6. MetsoDNA:n aktiviteetit (9)

Informaationhallinta-aktivitetti

Informaationhallinta-aktivitetti on prosessi- ja tuotantotietojen kattava informaatioratkaisu. Tietovarasto kerää aikapohjaista mittausdataa prosessi-, hälytys- ja panosohjausten historiatoiminnoista. Informaationhallinta-aktiviteettiin kuuluvat kaksi eri tietokantaa; DNAhistorian ja DNAalarmHistorian. (9.)

DNAhistorian on järjestelmä aikajatkuvan prosessitiedon tallennukseen. Järjestelmä koostuu muistipohjaisesta tietokannasta ja levyllä olevasta historiasta. DNAhistorianin tietokantaa voidaan lukea AspenTechin clientin avulla tai Metson web-pohjaisella DNAprocessExplorerilla. (9.)

DNAalarmHistorian on prosessihälytysten ja tapahtumien hallintaan tarkoitettu tietokanta, johon kerätään ja tallennetaan kaikki hälytys- ja tapahtumatiedot eri lähteistä. eDNAalarm on web-pohjainen hälytysten ja tapahtumien analysointi-

ja selaustyökalu, joka toimii DNAalarmHistorianin päällä. eDNAalarm-työkalulla käyttäjä voi analysoida hälytyksiä ja tapahtumia haluamillaan parametreilla. (9.)

3.2.2 Oulun tehtaiden käyttöpäiväkirja

Käyttöpäiväkirja on Lotus Notes -tietokanta, joka sisältää tiedot linjaan tehdyistä raaka-aine-, ajotapa- ja laitteistomuutoksista sekä tehdaskoeajoista. Sivulla julkaistaan PK7-linjan aamupalaverien muistiot sekä viikonloppupäivystysmuistiot. Lisäksi sivulta löytyvät yhteenvetoina tuotantoon liittyviä tietoja, joita haetaan muista tietokannoista kuten DNA:lta, Oulun Tehtaiden Tietojärjestelmä OUTIsta, laatupäiväkirja OLGAsta sekä Sensodecin kannasta. Käyttöpäiväkirja on myös kommunikointiväline yleisissä asioissa.

3.2.3 Tukeva-sivut

Käyttöpäiväkirjasta löytyvät Tukeva-sivut ovat yhteenvetoja eri osa-alueilta. Sivujen tarkoituksena on mahdollistaa suurten tietomäärien nopea ja helppo tarkastelu, jotta saadaan käsitys linjan toiminnasta ja epäkohdista, joihin tulee puuttua. On olemassa sekä konekohtaisia että linjan yhteisiä Tukeva-sivuja. Esimerkkeinä mainittakoon päällystyskoneen konekiertosivu ja linjan yhteiset öljysäiliö-, paineilma- ja linjakäyttösivut.

Tukeva-ympäristön ideologia ei perustu niinkään yksittäisten kohteiden valvontaan, vaan osaprosessien ja kokonaisuuksien valvontaan. Tarkoituksena on kuvata kaikki yksittäiset kohteet, jotka vaikuttavat johonkin toimintoon. Tavoitteena on pyrkiä reagoimaan havaittuihin muutoksiin ennen varsinaista hälytystä jonkin toiminnon toimimattomuudesta.

Sivujen helppo luettavuus perustuu siinä olevien lukuarvojen punaiseen ja vihreään liukuvärjäykseen, jolla havainnollistetaan poikkeamat. Arvoja klikkaamalla pääsee tietyn aikajakson trendeihin jotka mahdollistavat poikkeamiin pureutumisen. Tukeva-sivut käydään läpi vähintään viikoittain PK7-linjan tiistaisessa aamupalaverissa. Lisäksi osa sivuista lähetetään sähköpostijakelulla joka aamu kyseisestä asiasta vastaaville toimihenkilöille.

3.3 Sensodec 6S -kunnonvalvontajärjestelmä

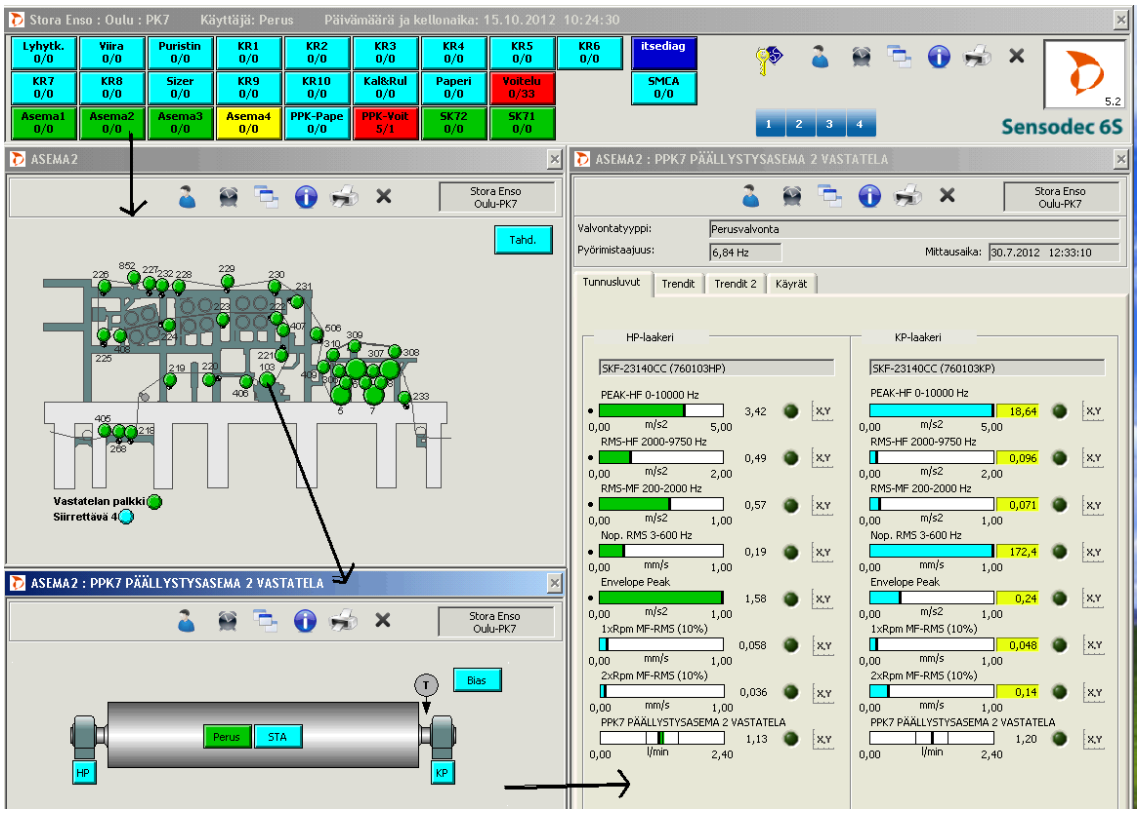
Sensodec 6S on Metso Automationin tuottama pääasiassa värähtelymittauksiin perustuva kunnonvalvontajärjestelmä. Se on tarkoitettu pääasiassa paperikoneiden kunnonvalvontaan, mutta se on käytössä myös muualla prosessi- ja voimalaitosteollisuudessa. (5.)

Sensodec mittaa kunnon-, ajettavuuden- ja voitelunvalvontaa asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Kunnonvalvonta tarkoittaa käytännössä värähtelymittauksiin perustuvaa laakerivalvontaa, jolla saadaan selville myös mekaanisen toiminnan poikkeavuudet. Kunnonvalvonta sisältää myös painemittauksia. Ajettavuudenvalvonnassa verrataan mittauskohteen värähtelyä, painevaihtelua tai paperin laatusuureiden vaihtelua mahdollisiin lähteisiin tahdistettuna. Ajettavuuden valvonnan avulla pyritään selvittämään paineen, värähtelyn tai laatusuureiden vaihtelun alkuperä. Liiallinen värähtely tai vaihtelu alentaa useimmiten lopputuotteen laatua ja koneen ajettavuutta. Voitelunvalvonnalla seurataan kiertovoitelukohteiden senhetkistä virtaamaa. Samalla järjestelmällä on saatavissa kaikki mittaustulokset, ja tulokset voidaan lukea yhdeltä päätteeltä. (5.)

Sensodec-järjestelmän toiminta perustuu historiatietoon. Mittaukset ovat syklisiä, ja sykliaika vaihtelee 10 min – 1 h. Mittaus tapahtuu aina positio kerrallaan, ja jokaista positiota mitataan vaihtelevan pituinen aika. yleensä alle 10 sekuntia. Tästä johtuen Sensodecillä ei huomata äkillisiä muutoksia esimerkiksi vieraan partikkelin pudotessa radalle. Millään kohteella ei ole kiinteitä värähtelytasoarvoja, vaan niitä verrataan aina ensiarvoisen tärkeään historiatietoon. Nousevat värähtelytasot ilmaisevat yleensä alkavasta viasta. Historiatiedot toimivat pohjana hälytysrajoille värähtelyvalvonnassa. (5.)

Käyttöliittymä Sensodecissä on hyvin yksinkertainen. Ylin taso on pääikkuna, josta näkee signaalitien kunnonvalvonnan, pikavalinnat raportteihin sekä käyttäjätiedot. Pääikkunasta pääsee prosessiosakuviin, josta näkee siihen kuuluvat koneistot. Koneistokuva kuvaa kokonaisuuden, jota voidaan mitata samanaikaisesti. Koneistokuvasta pääsee tunnuslukukuvaan, josta näkee yksittäisten mittausantureiden tuottaman viimeisimmän tiedon sekä trendit. Kuvatut ikkunat löytyvät kuvasta 7. Vihreä kuvaa kaiken olevan normaalia tilaa, keltainen ilmoit-

taa varoitusrajojen ja punainen hälytysrajojen ylittämisestä (5.) Sensodecin pääikkuna löytyy koneenhoitajien ja sylinterimiehen tai 1. konemiehen koneelta. Pääikkunan saa auki DNA:n käyttöliittymästä. Sensodecin käyttöliittymän saa myös auki kaikilla valvomoissa olevilla normaaleilla PC-koneilla.



KUVA 7. Sensodecin käyttöliittymä

Eforalla on erillinen mittaavan kunnonvalvonnanryhmä jonka toimenkuvaan kuuluu Sensodecin päivittäinen tarkkailu. Ryhmä vastaa 7-linjan lisäksi myös paperikonelinja 6:sta. Ryhmässä on neljä henkilöä, joilla jokaisella on oma vastuualue konelinjalta. Yksi henkilö toimii esimiehenä, kaksi vastaa paperikoneista ja yksi henkilö vastaa päällystyskoneista ja kalantereista. Henkilöt tarkkailevat päivittäin omaa aluettaan ja pyrkivät tutkimaan Sensodeciä heti varoituksen tai hälytyksen tullessa. Lisäksi ryhmän toimintaan kuuluu mitata käsin koneen kohteita jotka eivät ole Sensodec-kunnonvalvontajärjestelmässä. Käsimittausten ja Sensodecin pohjalta arvioidaan koneen kuntoa ja tehdään vaihtosuositukset seisakkeihin. Mittaavan kunnossapidonryhmä toimii päivävuorossa, joten sillä ei ole mahdollisuutta reagoida äkillisiin virka-ajan ulkopuolisiin tapahtumiin. Tuotannosta kolme henkilöä on saanut Kajaanissa Metsolta kahden päivän koulu-

tuksen Sensodec 6S -järjestelmästä. Henkilöiden oli tarkoituksena olla apuna seisokkien yhteydessä järjestelmän käyttöönotossa.

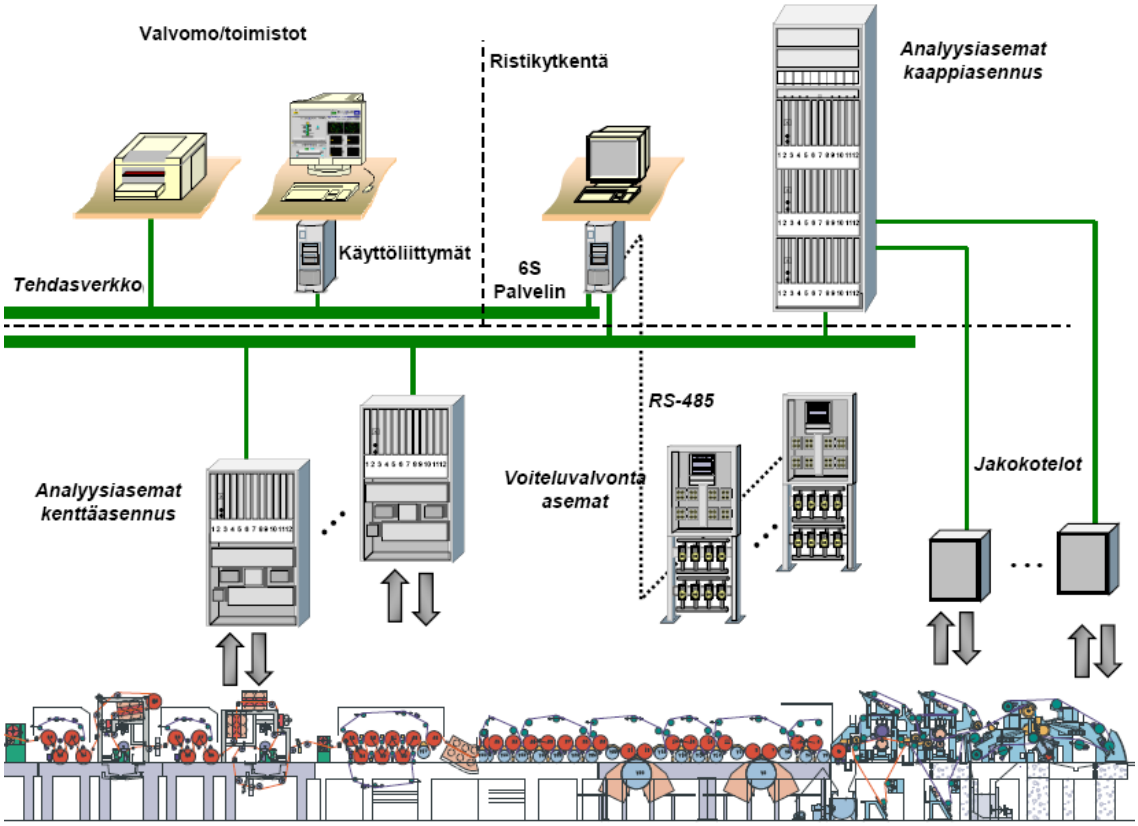
3.3.1 Sensodecin värähtelymittaukset

Sensodecissä kunnonvalvonnan mittaukset tehdään pääasiassa kiihtyvyysantureilla, mutta liukulaakerien kuntoa valvotaan myös siirtymäantureilla. Vaikka kiihtyvyysanturit on yleensä kiinnitetty laakeripesiin, saadaan niillä selville myös muun rakenteen mekaaniset poikkeavuudet, kuten telojen pintavirheet, epätasapaino ja linjausvirheet. Värähtelymittaukset ovat tahdistamattomia. Niitä ei kuitenkaan suoriteta ilman tahdistussignaalia, eli kun telat ovat pysähdyksissä tai tahdistussensori on rikki. Sensodec käyttää magneettista tahdistusta teloilla, pumpuilla ja sihdeillä sekä optista tahdistusta viiroilla ja huovilla. Esimerkiksi päällystyskoneelta tahdistussignaalit tulevat auki- ja kiinnirullauksesta, vastateloilta sekä kuivatusryhmiltä.

Kunnonvalvonnan prosessiosakuvista löytyy myös ajettavuudenvalvontakuvia, joissa tarkastellaan, mistä nippivärähtely tai painevaihtelu aiheutuu. Summasignaali pilkotaan ohjelmallisesti yhden tahdistajan kierroksen mittaisiin osiin ja keskiarvostetaan, jolloin saadaan selville yksittäisen kohteen vaikutus kokonaisuuteen. Tarkasteltavia kohteita ovat paperikoneen nipit ja lyhyen kierron painemittaukset. Paperin laatusuureiden aiheuttajille löytyy 6S-käyttöliittymän pääikkunasta oma prosessiosakuva, jossa käsitellään IQ-mittapalkeilta saatuja mittaustuloksia.

Sensodecin tuottamat raakamittaukset tapahtuvat antureilla, joista signaali lähtee kaapelia pitkin jakokotelolle, jotka sijaitsevat kellarissa. Jakokoteloissa anturikaapelit yhdistetään runkokaapeliin, jotka ovat 24-napaisia kaapeleita ja kulkevat ristinkytkentätilassa sijaitseviin järjestelmäkaappeihin. Kaapeissa sijaitsevat ala-asemat, joissa itse mittaus tapahtuu. Ala-asema käsittää aina yhden I/O-ryhmän, jota voidaan mitata kerralla. Asemat sisältävät tyypillisesti yhden virta- ja verkkokortin, x määrän analogikortteja sekä tyypillisesti 1–4 binäärikorttia. Yhteensä analogi- ja binäärikortteja voi olla enintään 16. Ala-asemat muodostetaan aina tapauskohtaisesti.

Analogikortit mittaavat värähtelyä ja binäärikortit käsittelevät telojen pyörimisnopeuksia sekä tahdistustietoa. Kortit suorittavat itse A/D-muunnoksen. Korteilta tieto etenee järjestelmäkaapeissa sijaitsevan PC:n kautta tietoverkkoa pitkin palvelimelle, josta mittaustulokset ovat luettavissa 6S-käyttöliittymällä tehdasverkkoa pitkin miltä tahansa käyttöliittymän omaavalta koneelta. Värähtelymittauksia ei viedä DNA:lle, vaan ainoastaan luodaan mittapistekohtaiset hälytykset (5.) Tällä hetkellä hälytykset ovat maskattuna pois. Sensodecin toimintaa ja rakennetta selventää kuva 8.



KUVA 8. Sensodecin rakenne

Värähtelymittausten koneistokuvista löytyy aina perusvalvonta, laakerivalvonta ja mitta-antureiden BIAS-jännite. Kohteesta riippuen kuvasta löytyy myös STA-valvonta ja painemittauksia. Kyseiset sivut ovat vapaasti muokattavista halutuilta tunnusluvuilta. Jokaiselta valvontasivulta näkee valitut tunnusluvut, trendit ja käyrät. Koska värähtely on riippuvaista pyörintätaajuudesta, on perusvalvonnassa käytössä nopeusriippuva hälytyskäsittely. Tämä tarkoittaa sitä, että koneen ajonopeusalue on jaettu kymmeneen osaan, joilla on yksilöllinen hälytys-

raja. Hälytyskäsittely perustuu tunnuslukukuvaan asetettuihin hälytyksiin. Trendeissä näytettävät rajat määräytyvät koneen viimeisimmän ajonopeuden mukaan kyseisen tunnusluvun nopeusriippuvasta hälytyskäsittelystä.

Värähtelymittauksissa on käytössä niin sanottu tasoitus, jolla pyritään tasoittaan värähtelymittauksien piikikästä käyttäytymistä. Tasoitus tapahtuu siten, että edellistä mittausta painotetaan 70 % ja uutta mittausta 30 %.

Paperikoneen värähtelynvalvonnassa on kaksi, ja päällystyskoneella yksi järjestelmäkaappi. Kaikissa kaapeissa on kolme ala-asemaa. Paperikoneen kunnonvalvonnassa on 537 mittapositiota. Värähtelymittauksia on 483, tahdistusmittauksia 41 ja painemittauksia 13. Päällystyskoneella värähtelymittauksia on 289 sekä 14 näihin liittyvää tahdistusmittausta eli yhteensä 303 mittausta. Värähtelyvalvonnan mittaussykli on yksi tunti. Sensodec tallentaa tunnusluvut joka sykliltä. Signaali ja spektrit tallennetaan kerran vuorokaudessa. Hälytyksen sattuessa tallennetaan sen kohteen kaikki tunnusluvut, signaalit ja spektrit.

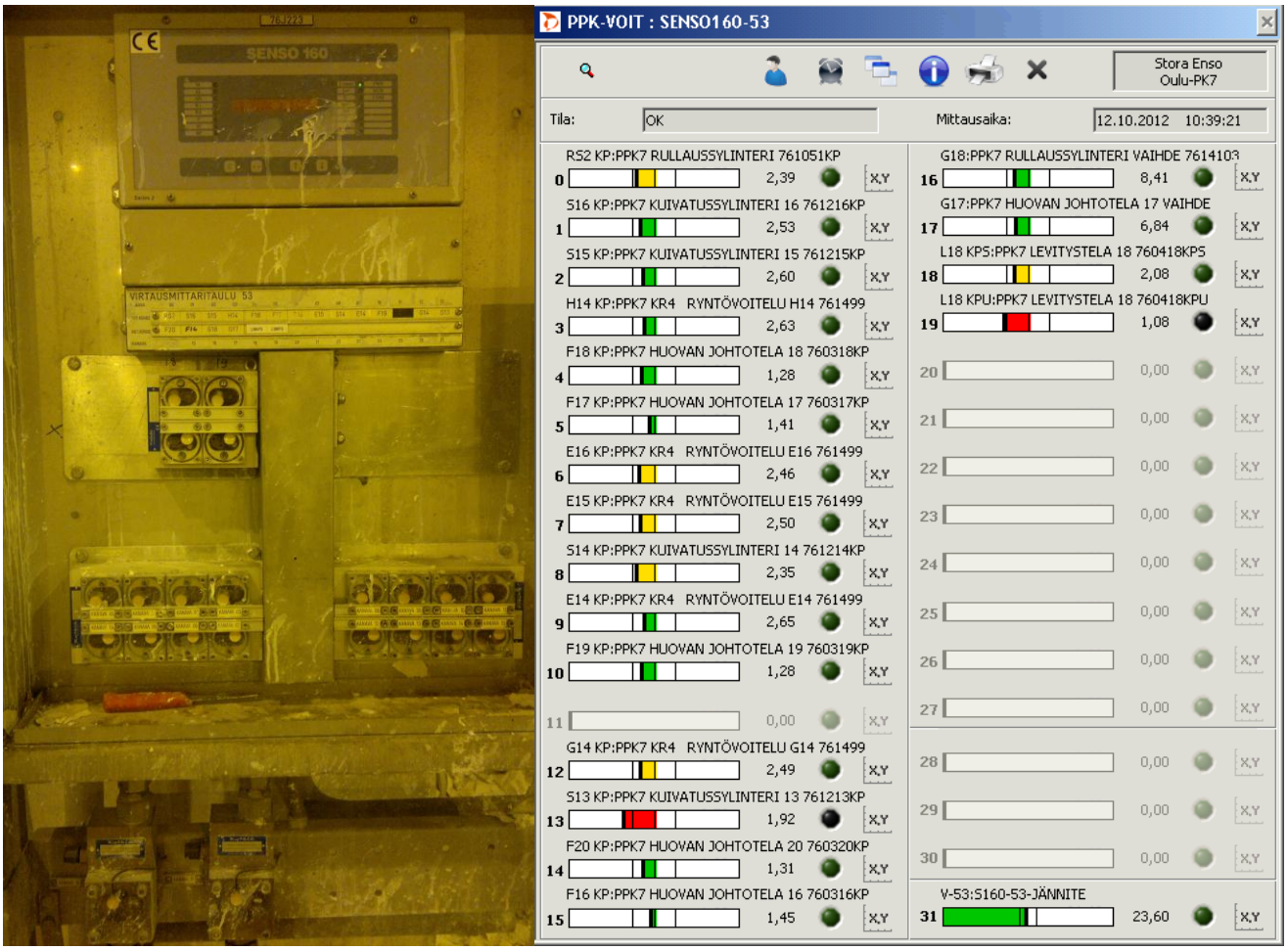
3.3.2 Sensodecin kiertovoitelumittaukset

Sensodec mittaa kiertovoitelukohteiden virtaamaa paikallisesti. Voitelunvalvonta tapahtuu erillisenä valvontana Senso 160 -aseman kautta. Mittaukset tapahtuvat pulssianturoidulla virtausmittarilla, ja tiedot tuodaan omalla ohjelmalla palvelimen kautta käyttöliittymälle. Voitelumittaukset näkyvät omana prosessinaan 6S-käyttöliittymässä. Mittaukset siirretään liityntäaktiviteetin OPC-linkin kautta myös DNA:lle. Hälytykset luodaan DNA:lla, jos rajat ovat aktivoituna Sensodec-järjestelmässä. Nollavirtaukset ovat ainoita operointipäätteille päätyviä hälytyksiä muiden ollessa suodatettuna pois. Hälytykset näytetään operointiasemien yleisessä hälytysikkunassa. Sensodecin tuottamille hälytyksille on myös oma voitelu- ja kunnonvalvontasivu operointiasemien käyttöliittymässä. (5.)

Paperikoneella kahden kiertovoitelujärjestelmän piirissä on yhteensä 604 voitelukohdetta, ja ne sijoittuvat ala-asemille 1−30. Päällystyskoneella ja välirullaimilla voitelukohteita on 340. Nämä ovat ala-asemilla 31−54. Paperikoneen ja päällystyskoneen kiertovoitelujen mittaussykli on kymmenen minuuttia.

Säätötaulut

Säätötauluihin on ryhmitelty virtausmittarit, jotka sijaitsevat hoito- ja käyttöpuolella kellarissa. Säätötaulut sisältävät virtausmittareiden lisäksi Senso 160 -voitelunvalvonnan ala-aseman, johon virtausmittareiden pulssianturit on johdotettu. Virtausmittarit on mitoitettu voideltavan kohteen mukaisesti. Niiden toiminta perustuu pulssien laskemiseen soikiorattaiden pyörimisestä. Tietty pulssimäärä vastaa yhtä litraa. Oikea mitoitus on tärkeää, sillä mittarit eivät pysty mittaamaan alle 2 Hz:n taajuuksia vaan tulkitsevat sen nollavirtaukseksi, vaikka virtaamaa olisi. Oikein mitoitettuna hälytys nollavirtauksessa tulee virtauksen ollessa noin 5 % tavoitevirtauksesta. Säätötaulu ja siitä muodostuva kuva Sensodecin käyttöliittymässä on esitetty kuvassa 9.



KUVA 9. Ala-asema 53 ja siitä muodostuva näyttö Sensodecillä

Ala-asemilta on yhteys valvomoon Sensodec-voitelunvalvontajärjestelmään. Järjestelmässä on jokaiselle Senso 160 -ala-asemalle oma visuaalinen näyttö, joka mahdollistaa valvomosta käsin seuraavien voitelupistekohtaisten arvojen tarkastelun. Voitelupistekohtaisia arvoja ovat virtaaman olo-arvo, virtaaman ala- ja ylärajan varoitusarvon, virtaaman ala- ja ylärajan hälytysarvon ja historiatiedot. Varoitus- ja hälytysrajat ovat voiteluvalvonnassa suhteellisia riippuen tavoitearvosta. Keltainen varoitusväri alkaa palaa poikkeaman ollessa 16 % tavoitteesta, ja hälytys tulee 26 % poikkeaman jälkeen. Varoitus tai hälytys tulee heti, kun viimeisin mittaus ylittää raja-arvon. Hälytykset ja varoitukset myös poistuvat itsestään, jos uusi mittaus laskee tai nousee tarpeeksi rajojen ylä- tai alapuolelle (8.)

4 VOITELUSIVUJEN LUOMINEN TUKEVAAN

Työ aloitettiin päällystyskoneen voitelunäytön luomisella, koska työn aloitusvaiheessa se oli ainoa toimiva osa Sensodec-järjestelmästä. Tukeva-sivujen luomisessa pyrittiin samaan tarkoitukseen kuin muissakin vastaavissa sivuissa. Samalla sivulle mahdutetaan mahdollisimman paljon tietoa, josta on helppo yhdellä silmäyksellä tarkistaa, onko jotain vialla, ja pureutua trendikuvaajien avulla syvemmälle. Tukeva-näytöt luotiin Excel-pohjalle, josta tiedot voitiin kopioida kantaan. Excel-pohjan esimerkki ja selitykset on esitetty liitteessä 2.

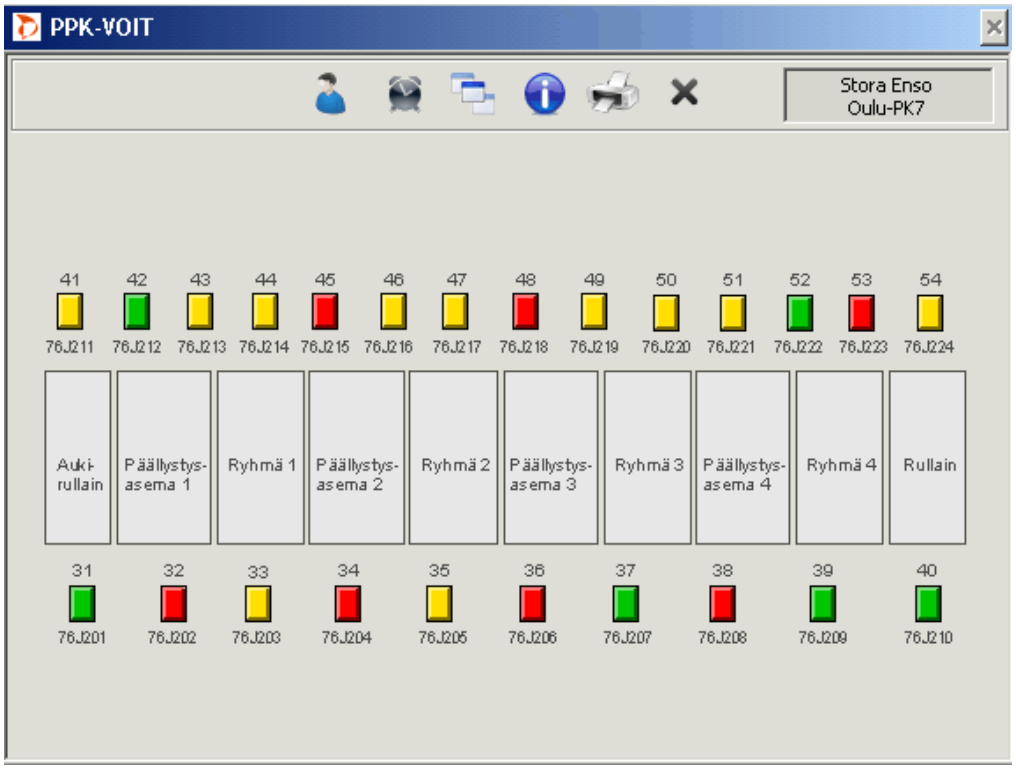
Valtavan tietomäärän vuoksi tietojen syöttäminen käsin tietokantaan ei olisi ollut kovin mielekästä. Tavoitteena oli löytää menetelmä suurten samanlaisten tietomäärien lisäämiseen Tukeva-ympäristöön.

Alustavan sivuhahmotelman jälkeen haastateltiin linjan 7 toimihenkilöt ja kiertovoitelusta vastaavat Eforan toimihenkilöt. Haastattelujen yhteenveto on liitteenä 4. Näytöllä päädyttiin esittämään edellisen vuorokauden keskiarvoa ja oletuksena 48h-trendikuvaajaa, jonka aikajaksoa voi kuvaajasta itse muuttaa. Edellinen vuorokausi tarkoittaa tehdasvuorokautta eli aikajaksoa aamu kuudesta aamu kuuteen. Liukuvärjäys alkaa 20 %:n poikkeamalla ja saavuttaa täyden värin 30 %:ssa, Sensodecissä vastaavien rajojen ollessa 16 % ja 26 %. Tällä haettiin turhien hälytysten poistumista, koska virtaama on riippuvaista päällystyskoneen nopeudesta ja katkot aiheuttavat aina virtaamaan alenemaa hälytysrajojen alle etenkin levitysteloilla. Vuorokauden keskiarvon ollessa kyseessä väljemmät rajat indikoivat pysyvästi alentuneesta virtauksesta kohteessa, jolloin tilanteeseen on tarpeen puuttua. Lisäksi sivulta löytyy linkki viimeisimpiin mittauksiin ja käyntitietoa osoittava tunnusluku. Päällystyskoneella tunnusluvuksi tuli aika-hyötysuhde ja paperikoneella aika, jolloin massat ovat olleet pois viiralta.

4.1 Perusrungon luominen

Aluksi luotiin Excelillä hahmotelma solujen sijainnille tulevassa näytössä. Numerointia käytettiin siten, että lukuja 31 oli ala-asema 31:n kanavia vastaava määrä, 32:ia oli ala-asema 32:n kanavia vastaava määrä ja niin edelleen. Ni-

meämisperusteeksi otettiin Sensodecin käyttämä jaottelu, joka esiintyy kuvassa 10.



KUVA 10. Päällystyskoneen voitelunäyttö Sensodecissä

Voitelukohteet jaettiin ala-asemittain parhaiten niille sopivan yläotsikon alle, koska näin suuren joukon nimeäminen yhdelle näytölle ei olisi ollut mahdollista eikä luettavuuden kannalta mielekästä. Nimi ja positio tulevat kuitenkin löytymään info-kentästä, joka aukeaa kursorin ollessa lukuarvon päällä. Jaosta ei tullut aivan täsmällinen, eikä siitä haluttu sellaista, koska sen ei katsottu tuovan lisäarvoa Tukeva-näyttöön. Jotain yksittäisiä kohteita siirrettiin sopivimman alaotsikon alle. Järjestystä muokattiin siten, että hoito- ja käyttöpuoli ovat vierekkäin tai allekkain, ja samantyyppiset voitelukohteet ovat lähekkäin.

Alustavan hahmotelman jälkeen numerot korvattiin taulukossa voitelukohteiden lyhenteillä, koska niiden katsottiin soveltuvan hyvin hakuehdoiksi Excel-pohjan tarvitsemille tiedoille. Tarvittavia muuttuvia tietoja olivat solun rivi- ja saraketiedot, DNAinfon tagi, selkokielinen nimi, HP/KP sekä voitelukohteen tavoite liukuvärjäyksen rajojen laskemiseksi. Muut kohdat ovat kaikkien solujen kesken sa-

moja. DNAinfon tagit muodostuvat SAP-positiosta ja ”:av” loppuosasta, koska ne ovat niin sanottuja keskiarvomittauksia.

Rivi- ja saraketietojen määrittäminen aiemmin mainitusta hahmotelmasta onnistui SUMPRODUCT-kaavaa käyttämällä. Automaattinen rivi- ja saraketieto mahdollisti rakenteen muokkaamisen ilman kohtuutonta vaivaa. Taulukossa 1 esitellään pieni osa rakennustaulukosta, josta solun sijainti haettiin. Taulukkoon lisättiin tyhjiä rivi- ja sarakeryhmiä jaotteluiden väliin, jotta näytön myöhempi muokkaaminen tai tietojen lisääminen olisi helpompaa. Rakennetaulukko määritteli käytännössä tulevan sivun lopullisen ulkoasun.

TAULUKKO 1. Ote rakennetaulukosta

VR 71	Asema 1		Ryhmä 1				Asema 2		Ryhmä 2	
P1_HP	15_HP	15_KP	F1_HP	29_HP	S2_KP	C2_KP	35_HP	35_KP	F10_HP	J6_KP
RS1_HP	11_HP	11_KP	F2_HP	42_HP	S3_KP	C3_KP	49_HP	49_KP	F6_HP	K6_KP
P1_KP	10_HP	10_KP	F3_HP	43_HP	S4_KP	D1_KP	21_HPS	21_KPS	F7_HP	A6_KP

Puuttuvat aiemmin mainitut muuttujat haettiin eri taulukoista VLOOKUP-kaavalla. Liukuvärjäyksen rajat saatiin laskemalla ne kunkin voitelukohteen tavoitearvoista. Taulukossa 2 on kaksi lyhennettyä riviä, joista löytyy osa puuttuvista arvoista, sekä hakuehtona toimiva voitelukohteen lyhenne.

TAULUKKO 2. Ote tiedonhakutaulukosta

RS1_HP	RULLAUSSYLINTERI RS1	20	746804_31-1	31	1	SR-6	0.1974	3.0	6.0
P1_HP	PAPERINOHJAUSTELA P1	20	746801_31-5	31	5	SR-2	0.05	0.5	1.0

Kustakin solusta aukeavan linkin URL-parametrin määrittelyssä tarvittavia muuttujia olivat ainoastaan PK7infon tagi sekä tavoitearvo sopivan skaalan luomiseksi kuvaajaan. Kuvaaja alkaa nollasta ja loppuu 50 %:n tavoitearvon yläpuolelle. Oletus aikajaksoksi valittiin 48 h, jotta edellisen tehdasvuorokauden laskentaväli näkyy varmasti kokonaan. URLin muodostamisen periaate on kuvattu liitteessä 3.

Exceliin ei kirjoitettu manuaalisesti käytännössä muuta kuin ensimmäinen rivi ja tekstikentät. Taulukon ulkopuolelta kopioitiin hakuehtona käytetyt kohteiden ly-

henteet. Kun ensimmäiselle riville oli saatu luotua oikeat kaavat tietojen hakemiseksi, sarakkeet vain kopioitiin, jolloin tiedot täydentyivät automaattisesti koko taulukkoon. Tästä johtuen taulukon luomisessa on käytettävä erityistä tarkkaavaisuutta etteivät virheet pääse kertautumaan koko taulukkoon.

4.2 Sivun esittely ja muokkaukset

Sivun ensimmäinen versio julkaistiin viikolla 44 ja se esiteltiin viikon 45 aamupalaverissa PK7-linjan toimihenkilöille. Saatujen kommenttien perusteella tarvetta ilmeni myös tämänhetkisten arvojen ilmaisulle niiden ollessa kriittiset etenkin ylösajoissa. Sivulle lisättiin NYT-linkki, josta pääsee ulkoasultaan samanlaiselle sivulle, mutta siinä esitetään viimeisintä mittausarvoa. Exceliä ei tarvittu, vaan kantaan kopioitiin edelliset tiedot ja kantaan muutettiin vain sivun nimi ja haettava arvo. Tämänhetkisen arvon (NOW) hakeminen osoittautui erittäin hitaaksi, ja sivun latautumisessa kesti yli minuutti. Muutettaessa hakuarvoksi (LAST15m!), eli juoksevan viimeisen 15 minuutin viimeisin mittausarvo, haku nopeutui noin 15 sekuntiin.

Koska kiertovoitelukohteiden virtaama on riippuvainen koneen nopeudesta, haluttiin sivuille lisätä myös koneen käyntiä kuvaava tieto. Edellisen vuorokauden keskiarvoa kuvaamaan lisättiin aikahyötysuhde (AHS) ja viimeiselle arvolle koneen tämänhetkinen nopeus. Arvoja klikkaamalla pääsee koneen nopeuden trendeihin. PPK7 Voitelu -sivun kello 6.15 tapahtuneen alkuperäisen liipaisun takia OUTI:sta ei ehtinyt saapua edellisen vuorokauden AHS:een arvoa. Liipaisun viivästäminen 7:10 poisti vian, koska tietopaketti saapuu OUTI:sta hieman ennen seitsemää.

Kaikki yksittäiset lisäykset ja muokkaukset tehtiin Microsoft Accessilla suoraan Oulun tehtaiden Linux-palvelimella sijaitsevaan tietokantaan. Lisäysten ja muokkausten jälkeen sivulle ei esitetty enää muutosehdotuksia. Tämän pohjalta PK7:lle luotiin vastaava kiertovoitelun valvontasivu viikolla 47. Valmiit sivut ovat liitteinä 5 ja 6.

5 VÄRÄHTELYVALVONNAN HAASTEET JA MAHDOLLISUUDET

Voiteluvalvonnassa eletään nykyhetkessä ja suositelluissa raja-arvoissa, mutta värähtelyvalvonta perustuu historiatietoon ja signaalien tai spektrien analysointiin. Värähtelyvalvonta on moniulotteista, ja se vaatii perehtymistä aiheeseen. Värähtelyvalvonnan mittaustuloksia ei viedä PK7info-palvelimelle. Sensodecin kantaa on kuitenkin mahdollista lukea, ja menetelmät ovat olemassa. Voitelusivujen luonnissa käytetty Excel-pohja ei tällä hetkellä ole käytettävissä sellaisenaan. Tarpeelliset liitännät on kuitenkin mahdollista tehdä, kun siihen nähdään tarvetta. Tässä luvussa perehdytään värähtelyvalvonnan haasteisiin ja mahdollisuuksiin Tukeva-ympäristössä sekä yleisellä tasolla.

5.1 Paperilinja 7:n äkilliset laitehäiriöt

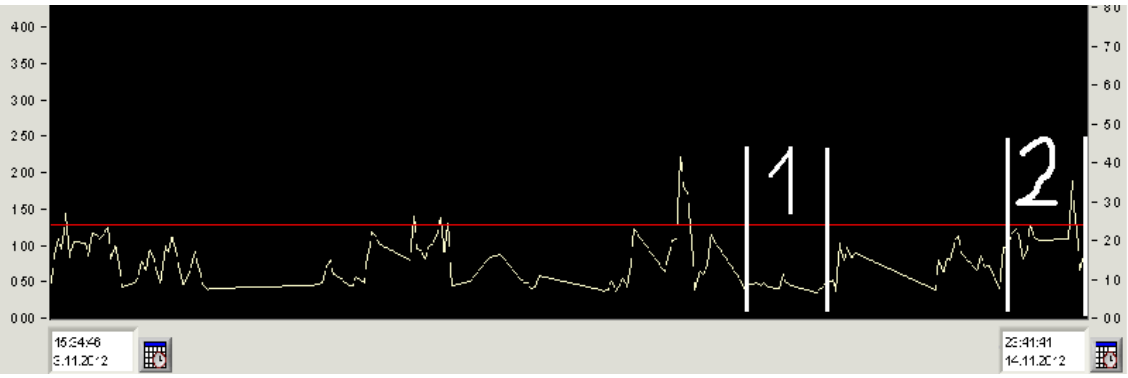
Paperikonelinja 7:n ennakoivaa kunnossapitoa voidaan pitää onnistuneena. Linjalla tapahtuneet häiriöt ovat pääasiallisesti johtuneet väärästä asennustavasta ja huolimattomuudesta tai olleet silloisen Advisor-kunnonvalvontajärjestelmän tavoittamattomissa. Sattuneet häiriöt ovat olleet suurimmalta osin erilaisia laakerivaurioita sekä pulttien katkeamisia tai kiristämättä jättämisiä. Nykyisellä 6S-järjestelmällä suurin osa vaurioasteelle päässeistä vioista on havaittavissa. Liitteessä 7 on kuvattu viimeisen kolmen vuoden aikana sattuneita suunnittelemattomia seisokeita ja laitehäiriöitä, jotka pitäisi olla havaittavissa uudella järjestelmällä. Lisäksi häiriökuvauksien lopussa ovat kommentit huomiota vaativiin asioihin kehitettäessä kunnonvalvontaa avoimempaan suuntaan.

5.2 Värähtelyvalvonnan haasteita

Värähtelymittausten haasteellisuus liittyy pitkälti sen moniulotteisuuteen. Värähtelyanalyysi vaatii perehtymistä, jotta eri tunnuslukujen sisältö tai signaalien tulkinta on selvillä ja analyysi edes mahdollista. Esimerkiksi päällysasemien vastateloilta löytyy 36 eri tunnuslukua, yhtä monta trendiä sekä 14 signaalia ja spektriä. Erilaiset viat näkyvät eri tunnusluvuissa, ja vihjeitä vioista joudutaan usein yhdistelemään useasta kohteesta. Vaikka viat ilmaantuvat eri tunnuslukuihin, hälyttävät yleensä useat tunnusluvut samasta viasta.

Eri tunnuslukujen valtavan määrän lisäksi on vielä huomioitava mittapisteiden suuri määrä. Paperikoneella on 537 kunnonvalvonnan mittapositiota ja päällystyskoneella 303. Käytännössä päällystyskoneen 303 mittapositiota tarkoittavat noin 4000 eri tunnuslukua. Tämän suuruisen joukon esittäminen Tukevan vaatimassa tiivistetyssä muodossa on haastavaa. Yhdelle sivulle saadaan mahtumaan noin 700 solua pelkällä lukuarvolla kuten PK7-voitelunäytössä. PK7-voitelusivu on liitteenä 6. Käytännössä tämä tarkoittaa, että yhdelle Tukeva-sivulle mahtuisi paperikoneella yksi tunnusluku positiota kohti ja päällystyskoneella kaksi.

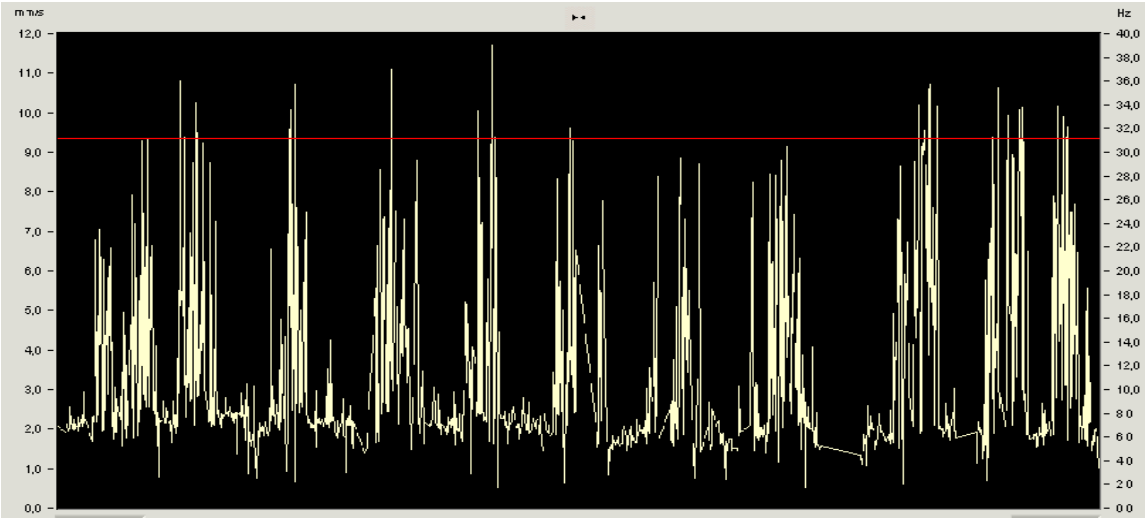
Jokainen turha hälytys heikentää hälytyksen tehoa. Mittaavan kunnossapidon mukaan yli 90 % hälytyksistä ovat turhia. Tämä johtuu muun muassa mittauksen piikikkyydestä, jossa yksittäinen mittaustulos hälytysrajojen ylittyessä luo hälytyksen. Trendejä seuraamalla voi havaita, että turhat hälytykset aiheutuvat suurelta osin näistä yksittäisistä mittaustuloksista. Eforan puolella on esitetty ajatus, että hälytyksen syntyminen vaatisi kahden tai useamman peräkkäisen mittauksen rajan ylittämistä. Tämä poistaisi turhia hälytyksiä. Värähtelymittausten mittaussykli on vain tunnin mittainen. Kuvassa 11 on esitetty 11 päivän jakso paperinjohtotelan 60 hoitopuolen nopeuden tehollisarvosta, jonka aikana on tullut 6 turhaa hälytystä. Niistä neljä on aiheutunut yhden mittauksen perusteella.



KUVA 11. Paperinjohtotela 60 HP:n nopeuden RMS 3–600 Hz, 11 päivän trendi

Mittauksen piikikkyys johtuu osittain myös ajonopeudesta ja ajettavasta lajista. Kohteesta riippuen sopivat resonanssitaajuudet osuvat eri kierrostaajuuksille aiheuttaen värähtelyä, joka ei kerro vikaantumisesta. Myös ajettavalla neliöpainolla on havaittu olevan merkitystä. Kuvassa 12 on esitetty ennen päällystysko-

neen rullaussylinteriä sijaitsevan levitystelan kolmen kuukauden trendi nopeuden tehollisarvosta, joka sopii yhteen 2/4-aseman ajon kanssa. Kuvasta näkyvät myös aiemmin mainitut yhden mittauksen aiheuttamat hälytykset.



KUVA 12. Levitystela 18 HP:n nopeuden RMS 3–600 Hz, 3 kk trendi

Tämänhetkisenä haasteena voidaan pitää myös järjestelmän vakiintumattomuutta. Tämänkaltaiset suuret investoinnit ovat jatkuvan, mutta hitaan kehityksen alla. Vaikka perusvalvonnan tunnuslukujen hälytysrajat on asetettu, ei esimerkiksi laakerivalvonnan hälytysrajoja ole vielä määritetty. Tällä hetkellä DNA:lle ei viedä yhtään värähtelyhälytystä eikä tuotannon henkilöstö saa tätä kautta kannustetta Sensodecin käyttöön. Tuotannon henkilöstön Sensodecin käyttöä on kuvattu tarkemmin kohdassa 5.6.

5.3 Yleiskuva koneen nykytilasta Tukevassa

Yleiskuvan luonti vastaisi tarpeeseen eli siihen, mihin Tukeva on luotu sekä siihen, millaisessa kunnossa kone on. Tukevan kiistattoman etuna on sen helppous suurta tietomäärää tarkastellessa. Haluttaessa tarkastella koneen nykytilaa Tukeva-ympäristössä voidaan käyttää esimerkiksi edellisen vuorokauden mittausten keskiarvoa sekä nopeuden tehollisarvoa 3–600 Hz.

Keskiarvo ilmaisee paremmin värähtelyntasoa kuin viimeisin mittausarvo, jonka pohjalta Sensodecin hälytyskäsittely toimii. Vuorokauden keskiarvon nouseminen Sensodecissä käytettävien hälytysrajojen yli kertoisi pysyvästä värähtelytasojen noususta, jotta sen havaitsisi Tukevassa.

Keskiarvolaskennassa on huomioitava seisokkien ja katkojen määrä, koska ne saattavat vaikuttaa alentavasti keskiarvolaskentaan. Vauriot sattuvat usein starteissa tai hieman niiden jälkeen. Tukevassa on mahdollista käyttää myös juoksevaa aikaväliä, jolloin ei olla sidottuna tehdasvuorokausiin.

Mallin etuina olisivat kohtuullisen hyvä kuva koneen kunnosta ja mallin avulla havaittaisiin suuremmat viat. Nopeuden tehollisarvosta saadaan selville vakiintuneen värähtelyn taso sekä muun muassa epätasapaino, asennusvirhe, mekaaninen välys ja resonointi.

Tehollisarvo ei kuitenkaan ole paras mittari yleisimmille laitehäiriöille eli laakerivioille, jotka Sensodecillä on mahdollista havaita. Hitaasti etenevien laakerivikojen valvontaan tarvittaisiin useampia tunnuslukuja, jotta niiden kattava havainnointi olisi mahdollista. Tunnuslukujen määrää taas rajoittaa osittain mittapisteiden suuren määrän vaatima tila. Oikeiden tunnuslukujen valitseminen on haastavaa ja vaatii asiantuntemusta. Nopeusriippuvasta hälytyskäsittelystä johtuen hälytysrajojen luonti sellaisenaan Tukevaan ei nykymenetelmillä ole mahdollista.

5.4 Äkilliseen vikaan reagointi

Kuten liitteessä 7 esitetyistä häiriötilanteista voi havaita, ovat vaurioasteelle päässeet viat syntyneet yleensä nopeasti. Tukeva on huonosti soveltuva nopeaa reagointia vaativien toimintojen tarkasteluun. Sillä on mahdollista luoda tekstiviesti- ja sähköpostihälytyksiä, mutta niitä ei voida pitää luotettavana tiedotusmenetelmänä.

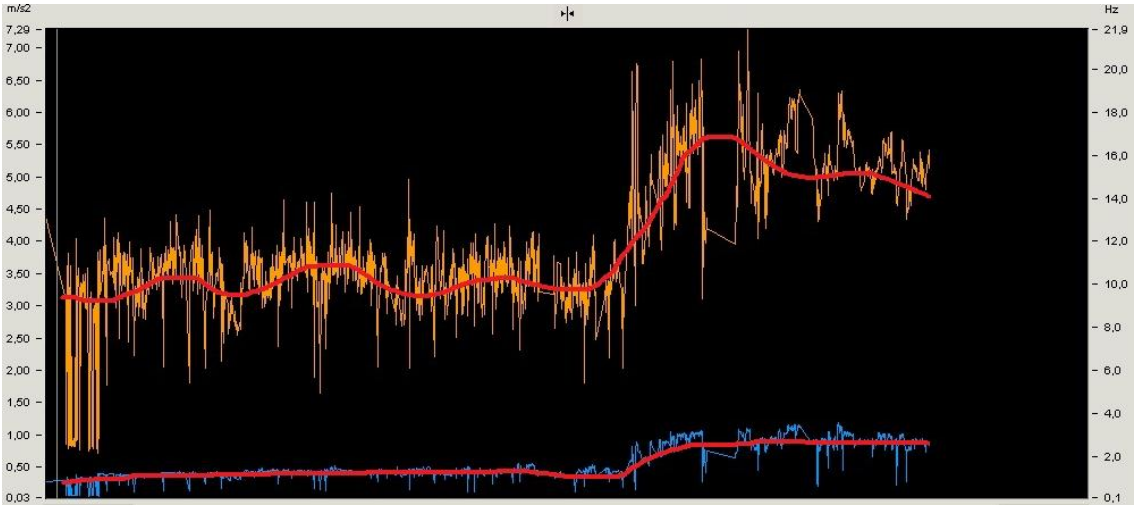
Nopeaa toimintaa vaadittaessa tuotannon ja kunnossapidon vuorohenkilöstö on ensisijaisessa asemassa, koska Sensodecin erikoisosaajat työskentelevät päivävuorossa. Äkilliseen vikaan reagointi vaatisi käytännössä jonkintasoista Sensodecin seurantaa vuorossa tai joidenkin tunnuslukujen hälytysten luontia operointiasemille. Etenkin ylösajojen yhteydessä tämä olisi tärkeää, sillä äkilliset vikaantumiset sattuvat usein juuri startin jälkeen. Tuotannon henkilöstöllä on myös ensisijainen kyky fyysisesti havainnoida koneen kuntoa. Värähtely-analysoinnin perusteilla ja fyysisellä havainnoilla päästäisiin todennäköisesti entistä parempaan vikojen ennakointiin. Mitä aiemmin vika löydetään, sitä hel-

pompaa siihen on reagoida. Seisokkiajat lyhenevät, koska niihin on aikaa valmistautua.

Äkillisen vikaan reagoimisen haasteet ovat hyvin pitkälle aiemmin kuvattujen haasteiden kaltaisia. Värähtelyn tulkinta vaatii tietämystä aiheesta. Tuotantoaika on kallista, ja esiin nousee kysymys, kuka uskaltaa puuttua tilanteeseen, vaikka havaittaisiin vauriorajalle nousseet hälytysarvot. Henkilöstön syventävä kouluttaminen tai vuorokohtaisen erikoismiehen pitäminen kussakin vuorossa on kustannuskysymys. Työjärjestelyiden osalta tulee tarkastella saavutettavia etuja, sillä edellä mainitut järjestelyt sekä kouluttaminen mahdollistaisivat myös paremman kyvyn reagoida mahdollisimman nopeasti alkaviin vikaantumisiin.

5.5 Pidempiaikaiseen muutokseen reagointi

Tukevan suurin mahdollisuus liittyy pidempiaikaiseen muutokseen reagointiin. Kun Sensodec perustaa hälytyskäsittelynsä viimeisen mittauksen tunnuslukujen raja-arvoihin, voi Tukevassa ilmaista muutosta esimerkiksi trendien avulla. Värähtelytasojen nousut ovat yleensä hitaita ja näkyvät parhaiten trendeissä. Mittausten piikikkyydestä johtuen trendien laskentaan tarvitaan voimakasta keskiarvostamista ja sopivan pitkä vertailun aikaväli, jotta turhilta hälytyksiltä vältytään ja pystytään kuvaamaan oikeaa muutosta. Kuvassa 13 on havainnollistettu tasoittamisen ja aikavälin tarvetta. Verratessa yksittäisiä mittauksia ja lyhyttä aikaväliä saadaan suuriakin näennäisiä muutoksia. Huomattava on myös, että tasoitettunakin värähtelyyn tulee luonnollista vaihtelua.



KUVA 13. Vastatela 2 HP:n kiihtyvyyden HF huippuarvo ja tehollisarvo 3kk

Sopivan aikavälin lisäksi tulee myös huomioida, mihin arvoon viimeisintä tulosta verrataan. Koska värähtelytasot ovat yksilöllisiä, ei niille voi määritellä kiinteitä rajoja, vaan niitä on verrattava aina historiatietoon. Tunnuslukujen tyyppien ja mittapositioiden erilaisuuden vuoksi pidemmässä muutoksessa olisi järkevää kuvata suhteellista muutosta värähtelytasojen nousun havainnollistamiseksi. Luonnollisen vaihtelun puitteissa pahimmillaan voi kuitenkin helposti ilmetä yli 100 % muutoksia kuten kuvassa 11, jossa keskiarvotettuna 1. ja 2. välin värähtelytason kasvu on yli 100 % keskiarvon noustessa noin 0,5–1 mm/s. Suhteellisessa muutoksessa saadaan asteikon alapäässä prosentuaalisesti suuriakin merkityksettömiä värähtelytasojen kasvuja. Tämän välttämiseksi tuloksia tulee suodattaa. Vaikka värähtelytasot ovat yksilöllisiä, voi vetää suuntaa antavat rajat, joilla ei ole merkitystä.

Vertailuvälin pituus taas määrittää minkä suuruinen muutos on merkittävä. Merkittävyyttä mietittäessä tulee pohtia muutoksen ilmaisun herkkyyttä, etteivät hitaasti, mutta tasaisesti nousevat värähtelytasot jää huomaamatta. Aikaväli ei voi olla liian pitkä, jotta arvojen vertailu on järkevää. Mittaustapana voisi miettiä esimerkiksi juoksevaa kuukausivertailua, jossa verrattaisiin kahden päivän keskiarvoa kuukauden takaiseen vastaavaan keskiarvoon. Mitä pidempi aikaväli on, sen pidempiä vertailujaksoja voidaan käyttää. Mitä pitemmät vertailujaksot ovat, sen paremmin ne kuvaavat värähtelyn vakiintunutta tasoa. Vertailujaksojen pituudessa tulee huomioida keskiarvostamiseen liittyvät haasteet. Pitkä ai-

kaväli estää pitkän aikavälin muutoksen esittämistä esimerkiksi korjaustoimien jälkeen, jolloin värähtelytasot yleensä putoavat ja vertailupohja on virheellinen.

Pidempiaikaisen seurannan etuna olisi uuden tiedon tuottaminen, koska Sensodec ei indikoi mitenkään värähtelytasojen muutosta. Värähtelytasojen nousu on selvimpiä merkkejä vikaantumisesta. Muutoksen ilmaisu vaatii toisaalta seurantaa. Jos värähtely vakiintuu uudelle tasolle, sitä ei enää voi havaita, vaikka tasot olisivat koholla. Yleensä vikaantuminen kuitenkin kiihtyy eksponentiaalisesti loppua kohden. Trendien seuranta keskiarvotettuna olisi myös mielekästä siinä mielessä, että ne ovat yleensä hyvin tasaisia ja muutos näkyy selvästi.

Muutoksen seurannalla on myös mahdollista ennakoida tilanteeseen ennen kuin värähtelytasot ovat nousseet vauriorajalle. Tämä sopii luonteeltaan parhaiten Tukevan ideologiaan. Sensodec 6S -käyttöliittymässä on ajettavuudenvalvonnan mittauksissa mahdollista ilmaista suhteellista muutosta ainakin osalle kohteista. Suhteellista muutosta esitetään vertaamalla päivän keskiarvoa viikon keskiarvoon. 7-linjalla vastaavan ominaisuuden hyödyntämistä tulevaisuudessa kannattaa tutkia.

5.6 Tukevan toiminnallisuuksien kehittäminen

Jotta värähtelyvalvonnan haasteisiin voidaan vastata, tulisi miettiä Tukeva-ympäristön kehittämistä. Valtavasta tietomääristä johtuen värähtelyvalvonnan tietoa pitäisi pystyä pakkaamaan, jotta valvonta säilyy laajana, mutta ilmaisu tiiviinä. Yhtenä tiivistämisen vaihtoehtona on hakea Sensodecistä pelkästään määritellyt rajat ylittäviä kohteita ja tulostaa hälyttävät kohteet yhdelle sivulle. Koska oikeita värähtelyhälytyksiä tulee harvakseltaan, ja Tukeva-valvonnassa tähän pyritään, voisi hälyttävästä kohteesta tulostaa kattavankin tuotoksen.

Toisena vaihtoehtona olisi esittää yhdellä Tukeva-sivulla kaikki päällystyskoneen ja paperikoneen koneistot yhdellä solulla. Solun värjäytymisellä voisi ilmaista muutosta kyseisen koneiston jossain tunnusluvussa, minkä jälkeen koneistoon voisi pureutua. Värähtelymittausten tarkempi analyysi vaatii Sensodecin tarkastelua. Tukeva-sivujen ja Sensodecin valikot ovat kuitenkin hyvinkin eroavat. Sen miten Tukevassa hälyttävän kohteen löytää Sensodecistä tulee miettiä.

Työn aikana kehitettiin toiminto hälytysten laskemiseksi DNA:n hälytysalueilta. Tätä toimintoa ei kuitenkaan sovellettu tässä vaiheessa mihinkään. Ominaisuus on kuitenkin käyttökelpoinen ja sen mahdollisuuksia kannattaa miettiä, kun hälytyksiä Sensodecin hälytyksiä aletaan luoda DNA:lle nollavirtaushälytysten lisäksi.

Voitelusivujen luonnin yhteydessä oli puhetta tekstin lisäämisestä kuvaajiin. Ideaa ei kuitenkaan koskaan toteutettu. Tämän idean tarpeellisuutta voi pohtia tulevaisuudessa, koska valvonta Tukevan puolella on hyvin pitkälle trendipohjaista.

5.7 Tuotannonhenkilöiden Sensodec-osaaminen

Lean-ajattelun mukaisesti ihmisten potentiaalin käyttämättä jättäminen on suurin hukka. Sensodecin käytön nykytilaan liittyen haastateltiin lyhyesti viisi koneenhoitajatasoista prosessinhoitajaa kolmesta eri vuorosta päällystyskone 7:ltä. Haastattelu kysymyksineen on liitteenä 8.

Kuten haastatteluistakin voi havaita, on tuotannon henkilöstön Sensodec-osaaminen hyvin heikkoa. Ohjelmaa ei osata käyttää eikä moni tiedä, mistä sen saa avattua, jos se katoaa DNA:n näytöltä. Lisäksi Sensodecin pääikkuna on lähes poikkeuksetta piilossa näytöiltä, eikä se ole auki PC-koneilla. On otettava huomioon, että järjestelmä on uusi ja aiheesta on pidetty vasta yhdet 1,5 tunnin mittaiset koulutukset. Koulutuksista toivottiin enemmän käytännönläheisiä puuduttavien kokoushuonekoulutuksien sijaan. Myös osallistuminen työajan ulkopuolella koettiin haastavaksi.

Sensodecia käytetään harvoin ja lähinnä nollavirtausten tarkastamiseen, jota voidaankin pitää ehdottomasti tärkeimpänä tehtävänä. Tiedostettiin myös, että värähtelyvalvontaakin voisi suorittaa, mutta se vaatisi erityisosaamista. Vaikka erikoisosaamista olisi, jää kysymykseksi, vaikuttaisiko vikojen havaitseminen lopulta mihinkään. Sensodeciin ja kunnonvalvontaan liittyen nähtiin myös mahdollisuuksia vanhan vakanssimallin mukaan, jolloin joka vuorossa oli oma koulutettu kunnossapidonosaaja, jonka tehtävänä oli muun muassa Sensodecin ja IQ-mittapalkkien kanssa toimiminen. Kaiken kaikkiaan suhtautumista Sensodeciin voi pitää orastavan positiivisena.

6 YHTEENVETO

Työn alkuperäisenä tavoitteena oli pyrkiä kehittämään konsepti, jolla Sensodecin tuottama tieto saadaan entistä helpommin ja avoimemmin käytettäväksi tuotannon henkilöstölle sekä toimihenkilöille. Tavoitteena oli saada Sensodecin tuottamaa tietoa internetin kautta käyttöpäiväkirjasta luettavaksi. Työn tavoitteena oli myös olla tuotannon tukena järjestelmän käyttöönotossa sekä edesauttaa järjestelmän aktiivisempaa käyttöä vikaantumisen varhaiseksi huomaamiseksi.

Työ onnistui hyvin. Sensodecin kiertovoiteluiden mittaustulokset viedään Sensodecin tietokannan lisäksi myös PK7info-palvelimelle. Tämä mahdollisti tietojen helpon haun sekä sivujen luomisen PPK7:lle, ja myöhemmin PK7:lle, Tukeva-ympäristöön Excel-pohjan avulla. Suuren mittapistemäärän takia vajaan tuhannen rivin käsin kirjoittaminen ei ollut mielekästä, vaan työssä esitetään, miten vastaavat sivut on helppo toteuttaa ja tarpeen tullen muokata Excelillä. Sivuilla päädyttiin näyttämään edellisen tehdasvuorokauden keskiarvoa hieman Sensodecin rajoja väljemmillä rajoilla. Sivuilta löytyy myös käyntitietoa kuvaava arvo sekä linkki viimeisimpiin arvoihin. Toteutusosassa kuvataan, miten päädyttiin kyseisiin tunnuslukuihin sekä raja-arvoihin. Voitelusivut ovat liitteinä 5 ja 6.

Voitelusivut tulivat Tukevassa vakituiseen käyttöön, ja ne lähetetään sähköpostijakelulla kiertovoitelusta vastaaville kunnossapidonhenkilöille joka aamu. Voitelusivut kuvaavat hyvin kiertovoitelun tasoa nopealla vilkaisulla. Käytännössä kiertovoiteluiden taso on ollut suhteellisen tasainen eikä hälytyksiä juuri ole tullut. Parin päivän sivujen seuraamisen pohjalta on tehty säätöjä hälyttävien kohteiden rotametreille. Jotta sivut pysyvät käyttökelpoisina, tulee ne pitää ajan tasalla, jos tehdään muutoksia, jotka vaikuttavat pysyvästi virtauksen määrään tai tavoittearvoihin

Työn aikana kehitettiin myös toiminto, jolla Tukeva-sivuille voidaan laskea hälytysten lukumäärä halutulta aikaväliltä hälytysalueittain DNA:lta. Tämä on käyttökelpoista, kun Sensodec vakiintuu järjestelmänä ja hälytyksiä viedään DNA:lle.

Tällä hetkellä ohjelma soveltuu lähinnä väärien nollavirtaushälytysten havainnointiin.

Värähtelyvalvonta poikkeaa luonteeltaan ja laajuudeltaan huomattavasti voiteluvalvonnasta. Koska värähtelynvalvontasivujen luominen olisi ylittänyt käytettävissä olevat resurssit, kuvattiin työssä värähtelynvalvontaan liittyviä haasteita ja mahdollisuuksia. Värähtelyvalvonnan haasteita ovat muun muassa tunnuslukujen, trendien ja käyrien valtava määrä. Haasteisiin liittyy tulkinnan vaatima asiantuntemus, muun muassa ajonopeuden ja lajin vaikutus värähtelytasoihin, värähtelyn epätasaisuus, turhien hälytysten suuri määrä sekä järjestelmän oleminen kehitysvaiheessa.

Sensodecin kannan lukeminen on mahdollista, ja siihen on menetelmät olemassa. Teknisesti kannan luku siis onnistuu, mutta paras tapa lisäarvon tuottamiseen on vielä auki. Sopivat liitännät on mahdollista luoda, kun päätetään, miten Sensodecin tietokantaa halutaan hyödyntää Tukeva-ympäristössä.

Värähtelyvalvontaa on mahdollista kehittää kolmeen suuntaan. Valvonnassa voidaan pyrkiä reagoimaan äkillisiin vikaantumisiin, joihin nykyisellään ei ehditä reagoida. Tämä käytännössä merkitsisi osaamisen lisäämistä vuorohenkilöstössä sekä valvonnan tapahtumista Sensodecin ja DNAn kautta. Toisena vaihtoehtona on tarkastella yleiskuvaa koneen nykytilasta Tukeva-ympäristössä tunnuslukukäsittelyn avulla. Kolmantena mahdollisuutena on kehittää Tukeva-ympäristöön menetelmä värähtelytasojen trendien seurantaan. Tämä tuottaisi uutta tietoa Sensodecin ohella ollen helpoiten ymmärrettävissä. Tätä suuntaa olisi tarpeen tutkia tarkemmin ja kehittää värähtelynvalvontaa kyseiseen suuntaan.

Värähtelyvalvonnan kehittäminen edellyttää kuitenkin tarvetta sille. Ilman kunnossapidon ja linjan toimihenkilöiden kiinnostusta aiheeseen parhainkin vaihtoehto on turha, jollei sille ole käyttäjiä. Tukeva-sivujen markkinointi tuotantoon onkin samanlainen hitaasti etenevä prosessi kuin Sensodecin 6S-järjestelmän kehittäminen. Värähtelyvalvontaan liittyvien haasteiden ja mahdollisuuksien tarkemmat kuvaukset toimivat hyvänä pohjana tulevaisuudessa, kun aiheeseen halutaan tarkemmin palata.

LÄHTEET

1. Stora Enso Oyj. 2012. Saatavissa http://insite.storaenso.com/mills/finland/oulu-mill/tehdasesittely/Pages/yksi-suurimmista-ja-nykyaikaisimmista.aspx. Hakupäivä 24.9.2012.

2. Efora Oy. 2012. Saatavissa http://www.efora.fi/efora-lyhyesti/efora-lyhyesti.html. Hakupäivä 24.9.2012.

3. Aalto, Heikki 1997. Kunnossapitotekniikan perusteet. 3. painos. Rajamäki. KP-Tieto Oy.

4. Tamminen, Arto – Alasmaa, Antti – Kynäslahti, Jouko 1992. Kunnossapito 1. 2. uudistettu painos. Helsinki: Valtionpainatuskeskus.

5. Sensodec OnLineHelp. 2012. Sensodec 6S -käyttöliittymän mukana tuleva koulutusmateriaali. Metso Automation.

6. Nohynek, Petri – Lumme, Veli Erkki. 2004. Kunnonvalvonnan värähtelymittaukset. 2. täydennetty painos. Rajamäki: KP-Media Oy.

7. Teollisuusvoitelu. 2003. Kunnossapitoyhdistys ry. 1. painos. Rajamäki: KP-Media Oy.

8. Öljyvoitelujärjestelmä. 2009. Stora Enson Oulun tehtaan sisäisestä tietojärjestelmästä saatu dokumentti Insiten sivulta; Oulu Mill > Sivustot > Dokumentin hallinta > PK7 tuotantolinja > Päällystyskone > Voitelujärjestelmä.

9. VTT Tuotteet ja tuotanto, KnowPap Paperitekniikan ja automaation oppimisympäristö. Versio 7.0. VTT Tuotteet ja tuotanto 2005. Saatavissa http://139.157.176.70/infoservices/KnowPap/suomi/knowpap_system/user_interfaces/frontpage.htm. Hakupäivä 29.9.2012.

10. Värähtelymittauksen käsitteitä ja määritelmiä. 2007. Stora Enson Oulun tehtaan Public-hakemistosta saatu PDF-dokumentti. Metso Automation.

11. Värähtelyn analysoinnin periaatteet. 2008. Stora Enson Oulun tehtaan Public-hakemistosta saatu PDF-dokumentti. Metso Automation.

LIITTEET

Liite 1 Lähtötietomuistio

Liite 2 Tukeva-näytön excel-pohja

Liite 3 Uudet infotrendit käyttöohje

Liite 4 Voitelusivu-haastattelujen yhteenveto

Liite 5 PPK7-kiertovoitelun Tukeva-näyttö

Liite 6 PK7-kiertovoitelun Tukeva-näyttö

Liite 7 PK7:lla ja PPK7:lla tapahtuneita laitehäiriöitä

Liite 8 Tuotannon henkilöstön Sensodec-haastattelut

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä Antti Savukoski

Tilaaja Stora Enso Oyj

Tilaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot Tomi Seppä 040-7176011
tomi.seppa@storaenso.com

Työn nimi Sensodec 6S – investoinnin toiminnallisuuden parantaminen

Työn kuvaus Stora Enson Oulun tehtaan PK7-linjalla on tehty olemassa olevaan Sensodec – kunnonvalvontajärjestelmään päivitys. PPK 7:lle järjestelmä asennetaan viikon 35 seisokissa ja PK 7:lle viikolla 47. Nykyisellään Sensodec – järjestelmä toimii omana järjestelmänä ja sillä on valvomon päädyissä oma pääte. Nykyinen järjestelmä ei huomaa kaikkia vikoja ja se on lähinnä huollonväen käytössä.

Työn tavoitteet Työssä pyritään kehittämään konsepti jolla tieto saadaan helpommin ja avoimemmin käytettäväksi tuotannon henkilöstölle sekä toimihenkilöille. Tavoitteena saada Sensodecin tieto myös ajopäätteille sekä internetin kautta esim. KäPästä luettavaksi.

Työn tavoitteena on myös olla tuotannon tukena järjestelmän käyttöönotossa sekä edesauttaa järjestelmän aktiivisempaa käyttöä tuotannossa vikaantumisen huomaamiseksi aikaisemmin.

Tavoiteaikataulu Työn aloitus heti, valmistuminen mahdollisesti talvella 2013.

Aloituspalaveri viikolle 37.

Päiväys ja allekirjoitukset

msg type	msg na-me	ro wn o	co ln o	te xt	u ni t	sc al e	de-cim s	re-port	row-key	co-lum nkey	cond na-me	con dexp r	limits	limits mits-good	url	info
ka-pa	PPK Voi-telu	15	13				1	DNA(PK7)	AVG(1D)	760101_32-9:av			0.84<0.96<x<1.44<1.56		http://fioulrd1.oul.corp.storaenso.com/~rap/dnainfo/trend.cgi?db=PK7&nhours=48&tags=760101_32-9:av(min:0,max:1.8)	Lähde:DNA(PK7) 760101_32-9:av VASTATELA 1 HP Tavoitearvo: 1.2 l/min Laskenta: Edellisen vrk:n keskiarvo Linkki: 48h trendi

Esimerkki solun muodostumisesta Tukeva näytölle.

msgtype kaikilla tukeva sivuilla kapa

msgname on sivun otsikko johon solu tulee.

rowno on solun rivinumero.

colon on solun sarakenumero.

text kohdalla voidaan lisätä tekstiä sivulle.

unit

scale kohdalla voidaan haettua arvoa skaalata halutuksi.

decims kuinka monella desimaalilla arvo ilmoitetaan.

report mistä tietokannasta tietoa haetaan.

rowkey on tietotyyppi mitä haetaan, esimerkiksi nykyarvo.

columnkey ilmoittaa positiokoodin jolla arvoa haetaan.

condname

condexpr

limits (punainen) liukuvärjäyksen ehdot mistä alkaa ja mihin loppuu.

limitsgood (vihreä) liukuvärjäyksen ehdot mistä alkaa ja mihin loppuu.

url linkki mihin kyseistä solua klikkaamalla pääsee.

info teksti mitä näytetään kun kursorin vie solun päälle.

Uudet infotrendit – käyttöohje

Sytkesanomat –määrittelyjen url-parametri ”y” tekee linkin tähän trendisystee-miin.

Suorat kutsut esim.

http://fioulrd1.oul.corp.storaenso.com/~rap/dnainfo/trend.cgi?db=PK7&nhours=48&tags=746801_31-5:av(min:0,max:0.75)

Pakolliset parametrit

db	tietokanta PK6 tai PK7
tags	pilkulla erotettu lista tägeistä
	lopussa suluissa mahd. optiot esim. (min:0,max10)
	tags-parametreja voi olla monta -> yksi graafi per tags

Valinnaiset parametrit

nhours	tuntien lkm (oletus 8)
day	tehdasvrk (tämän kanssa oletus nhours=24)
w	kuvan leveys
h	kuvan korkeus
n	datapisteiden määrä per kuvaaja (oletus 500)
tend	kuvan loppuaika ”2012-06-07 12:20:00” (oletus nyt)

Tukeva-näytön käyttö:

Lähes kaikilla haastateltavilla käyttötarkoitus ja käyttö olivat samansuuntaisia. Kiertovoitelun tilasta haluttiin tarkastaa onko jotain vialla tai millä tasolla voitelut ovat. Esiin nousi ilmaisu päivittäinen yhteenveto kiertovoitelun tilasta. Sivua nähtiin tarpeelliseksi seurata melkein päivittäin ja tarpeen mukaan poikkeamien yhteyksissä tai ylösajoissa.

Sivun muotoilu:

Sivun muotoilu eteni karkean luonnoksen mukaan haastattelujen edetessä. Yleisesti katsottiin, ettei viimeisen päälle viety positioiden oikea sijainti tuo suurta lisäarvoa, joskaan siitä ei haittaakaan ole. Tärkeämpää on löytää tarvittavat tiedot info kentästä. Näitä ovat selkokielinen nimi, SAP-positio, HP/KP ja voitelukohteen tavoitearvo. Yläjaotteluksi katsottiin sopivan 6S:n käyttämä jako.

Tietojen näyttäminen:

Mitä arvoa haluttiin näyttää, riippui henkilön toimenkuvasta. Tuotannon toimihenkilöillä tärkeintä on nähdä millä tasolla ollaan ja näytettävä arvo voi olla jotain edelliseltä vuorokaudelta. Myös muutoksen alkamisen ilmaisua ehdotettiin.

Kunnossapidolle edellisen vuorokauden tason lisäksi oli tärkeää nähdä nykytilanne. 24h on liian pitkä aika kriittisille kohteille ja yleensä vahingot sattuvat koneen ylösajoissa jolloin asiaan tulisi nopeasti pystyä puuttumaan. Todettiin kuitenkin, että nykytilan valvonta on tuotannon vastuulla. Mietittiin myös johtaako toimihenkilöiden aktivoituminen asiassa tuotannon henkilöstön laistamiseen, kun ”selkä on turvattu”, Yleisesti käytettyjen minimi ja maksimiarvojen seuraamisen sijaan ehdotettiin keskiarvoa, koska virtaama on riippuvainen koneen nopeudesta. Keskiarvostus tasaisi piikkejä ja osoittaisi paremmin tasoa,

Hälytysrajat:

Hälytysrajoista haluttiin sellaiset joilla on merkitystä. Turhia hälytyksiä tulisi välttää sivun toimivuuden kannalta. Sensodecin rajoja pidettiin hyvinä tai aavistuksen liian tiukkoina. ”Oikeiden rajojen” määrittäminen osoittautui hankalaksi. Kokemus tuo näkemystä käytetäänkö liukumaa ja onko asetetut rajat hyvät.

LIITE 5

PPK7 KIERTOVOITELUN TUKEVA-NÄYTTÖ

http://fioulrd1/~sytkesanomat/html_reports/PPK7VOITELU.html - Windows Internet Explorer provided by Stora Enso IT Organization

PPK7 Voitelu

NYT

AHS 66.2

VR 71	Asema 1		Ryhmä 1				Asema 2		Ryhmä 2			Asema 3		Ryhmä 3				Asema 4		Ryhmä 4			VR 72
0.6	1.2	1.31	1.56	1.61	0.30	0.29	1.22	1.26	1.54	1.50	0.49	2.23	2.54	1.38	1.61	0.50	0.48	1.29	1.03	0.51	3.07	0.51	0.52
0.49	0.3	0.31	1.57	1.63	0.48	0.50	0.30	0.30	1.57	1.52	0.50	1.50	1.60	1.46	1.54	0.53	0.47	2.58	2.52	0.53	2.89	0.49	0.43
3.2	0.3	0.32	1.38	1.57	0.50	0.48	2.20	2.19	1.44	1.45	0.48	0.52	0.45	1.54	1.39	0.52	0.49	1.95	1.82	0.48	2.83	2.87	3.0
3.17	0.3	0.32	1.48	1.63	0.31	0.27	1.37	1.40	1.51	1.55	0.46	0.47	0.47	1.51	1.58	0.54	0.54	0.52	0.51	0.48	1.66	7.91	2.82
29.0	0.4	0.49	1.56	1.48	0.44	0.55	0.30	0.26	1.53	1.41	0.48	0.49	0.47	1.54	1.52	7.83	0.49	0.50	0.51	0.53	1.60	9.7	11.4
7.5	0.6	0.49	3.24	2.95	0.54	0.51	0.48	0.54	3.06	2.82	0.49	0.50	0.46	2.98	2.93	0.61	0.49	0.53	0.45	0.47	1.59	3.14	10.8
15.0	0.5	0.48	2.84	2.82	0.53	0.48	0.51	0.50	3.01	2.91	0.48	0.51	0.46	3.04	2.78	0.58	0.49	0.53	0.46	0.51	1.51	2.89	8.0
11.7	0.50	0.50	2.97	2.95	0.49	0.51	0.51	0.51	3.02	2.86	2.78	0.53	0.47	3.25	2.87	0.53	0.48	0.53	0.51	0.49	1.50	2.86	29.9
	0.50	0.49	3.14	3.08	0.49	0.52	0.52	0.52	3.19	2.96	3.03	0.49	0.45	2.95	2.84	0.49	0.52	0.50	0.52	0.53	3.03	3.22	
	0.50	0.49	2.88	7.37	0.49	0.49	0.49	0.54	2.49	0.44	2.95	0.48	0.45	0.49	0.53	0.49	0.45	0.52	0.52	0.45	0.58	3.02	
	0.57	0.48	0.53	0.54	0.54	2.94	0.50	0.51	1.93	0.49	2.93	0.58	0.58	0.48	0.49	0.49	2.90	0.48	0.52	0.47	0.55	2.96	
	0.51	0.53	0.49	0.51	0.53	2.96	0.51	0.53	8.13	0.50	0.57	0.49	0.46	0.52	0.55	0.49	1.89	0.54	0.52	0.52	1.49	2.91	
	35.34	10.8	0.51	0.53	0.52	2.90	0.51	0.48	2.79	0.50	0.58	1.19	1.14	0.52	0.50	0.48	2.86	0.45	0.55	2.43	1.46	2.79	
			0.53	0.53	0.51	2.94	0.50	0.51		0.49		10.31		0.54	0.44	2.85	2.75	0.46	0.52	1.35	1.36	2.92	
					0.59	0.55	0.48	0.51						0.53	0.49	2.89	2.70	0.49	0.52	2.49	1.53	2.95	
							2.34	1.82										2.67	10.07	1.54	1.56		
							8.95											1.78					

2012-12-13 07:11

LIITE 6

PK7 KIERTOVOITELUN TUKEVA-NÄYTTÖ

http://fioulrd1/~sytkesanomat/html_reports/PK7VOITELU.html - Windows Internet Explorer provided by Stora Enso IT Organization

http://fioulrd1/~sytkesanomat/html_reports/PK7VOITELU.html

stora enso kesätyö

Favorites | Free Hotmail | Google | Web Slice Gallery

http://fioulrd1/~sytkesanomat/html_reports/PK7...

Page | Safety | Tools

PK7 Voitelu

NYT

Käynti 24.0 h

Viira	Puristin		1		2	3		4		5		6		7		8		SYM	9		10				Kal.&Rul.
0.69	1.55	1.55	3.04	0.53	3.21	3.07	2.80	3.20	2.89	3.12	3.09	3.18	3.02	2.87	2.77	3.04	3.02	1.33	3.12	2.93	2.94	3.16	1.57	1.45	1.40
0.79	1.52	0.50	3.15	0.59	2.98	3.10	3.06	2.91	3.07	3.06	3.13	3.06	3.00	3.05	3.00	3.10	2.95	1.40	3.05	3.15	3.19	3.14	1.57	1.35	1.19
0.86	1.39	1.74	3.08	3.03	2.97	3.10	3.16	2.92	2.98	3.07	2.99	3.16	2.78	3.09	3.10	3.17	3.03	4.4	3.09	3.22	3.06	3.14	1.52	1.39	0.51
0.81	1.74	1.53	3.45	0.54	3.08	3.10	3.10	3.40	3.37	3.07	3.06	3.00	3.17	3.09	3.01	3.20	3.12	4.1	2.41	1.54	2.70	3.08	1.56	1.50	0.55
0.91	1.51	1.36	3.16	0.54	3.06	3.22	3.13	3.19	3.13	3.12	3.06	2.99	3.10	3.01	3.05	2.55	1.60	1.38	2.67	1.53	3.01	2.81	1.55	1.63	1.34
0.84	1.55	1.50	2.97	0.58	3.02	2.58	1.53	2.66	1.36	3.19	3.08	2.96	3.03	3.07	3.06	2.61	1.50	1.34	1.30	1.26	3.13	3.12	1.58	1.49	1.02
1.01	1.51	1.51	3.09	0.59	3.02	2.71	1.52	2.63	1.66	2.52	1.56	2.61	1.51	2.63	1.48	2.42	1.58	4.2	1.68	1.61	3.10	3.08	0.58	3.02	3.03
1.05	1.51	1.41	3.13	3.01	3.23	2.72	1.71	2.70	1.65	2.60	1.55	2.62	1.56	1.52	2.67	2.57	1.55	4.0	1.54	1.69	3.03	2.99	0.61	2.92	3.01
1.11	1.50	1.63	1.63	2.98	1.58	2.63	1.52	2.80	1.59	2.28	1.57	2.59	1.57	1.59	2.56	1.61	1.53	5.0	1.56	1.72	3.08	2.86	0.59	2.97	5.3
1.11	6.2	6.6	2.39	2.97	2.93	2.70	1.62	2.73	1.60	2.59	1.52	2.52	1.62	1.49	2.42	1.56	1.53	12.8	1.41	1.59	3.19	2.79	0.57	2.81	5.3
6.6	14.5	12.5	1.53	2.96	1.55	1.73	1.49	1.74	1.58	2.56	1.52	2.32	1.50	1.69	2.50	1.50	1.57	13.3	1.65	1.54	3.01	3.31	0.61	0.56	12.6
6.3	1.51	1.52	2.39	0.58	2.50	1.60	1.62	1.53	1.65	2.55	1.53	2.67	1.48	1.57	2.54	1.52	1.54	5.0	0.62	3.08	1.56	1.54	0.57	0.58	5.2
1.16	1.38	1.33	1.52	0.58	1.53	1.61	1.57	1.52	1.56	1.68	1.57	1.67	1.54	1.64	1.61	1.52	1.57	18.9	0.62	3.10	1.56	1.54	0.56	0.59	12.9
1.05	1.32	1.32	2.30	0.60	2.38	1.60	3.17	1.62	1.59	1.49	1.60	1.56	1.55	1.45	1.62	3.08	0.57	4.1	0.61	3.04	1.64	1.59	0.62	0.61	
1.19	1.52	1.51	4.8	0.61	1.57	1.68	3.23	1.52	1.68	1.64	1.53	1.57	1.55	1.58	1.57	0.61	0.59	2.52	0.62	2.98	1.57	1.51	0.57	0.57	
1.09	0.30	0.82	4.5	3.07	2.75	1.58	0.60	0.63	0.62	1.57	1.59	1.53	1.52	1.50	1.54	2.97	0.60	4.05	0.64	2.83	1.61	1.45	0.60	0.59	
9.4	0.31	0.51	1.54	0.59	1.54	1.69	0.60	0.60	0.65	1.63	1.52	1.61	1.53	1.55	1.48	0.60	3.16	2.62	0.60	0.56	1.63	1.53	2.96	0.58	
8.2	0.80	0.50	1.50	0.63	1.58	0.60	3.19	0.62	0.60	0.63	3.03	3.33	0.52	0.57	0.60	3.04	0.58			0.59	1.65	1.56	3.04	0.60	
1.12	29.3	26.9	1.60	3.08	1.54	0.65	3.11	0.61	0.65	0.63	3.16	2.95	0.57	0.59	0.59	3.03	0.60				1.43	1.58	3.19	0.62	
1.10		49.9	1.53	0.53	1.55	0.62	0.63	3.15	3.10	0.61	3.11	0.53	0.58	3.08	0.55	3.11	3.11				1.56	1.54	3.35	0.55	
0.78			1.61	0.61	1.61	0.59	0.61	3.10	2.91	0.63	3.08	0.51	0.62	2.98	0.61		0.61				1.55	1.60	3.09	0.61	
0.81			1.40	0.60	1.64	3.06	1.51		3.15	0.63	0.62	3.25	0.58	0.60	0.57				0.59	0.55	1.43	1.45	3.11	0.48	
1.38			1.59	0.65	1.55		1.50			0.63	3.35	0.58	3.17		3.07				0.55	0.59	1.57	1.70	0.59	0.62	
1.17			1.61	3.01	1.55						0.64		2.91						0.64	0.59	1.50	1.55	0.54	0.62	
29.7			13.3	3.11	1.58														3.16	0.56	1.51	1.58	0.56	0.63	
89.9				2.99	1.68														3.17	0.55	1.69	1.37	0.59	0.56	
13.3					1.54														3.12	0.57	1.69	1.44	0.58	3.28	
					1.57														3.15	0.59	1.45	1.41	0.58	3.09	

Lähde:DNA(PK7) 741522_30-25:av
PAPERINJOHTOTELA 2 VAIHDE KP
Laskenta: Edellisen vrk:n keskiarvo
Tavoitearvo: 5.0 l/min
Linkki:48h trendi

2012-12-13 07:16

Local intranet | Protected Mode: Off

100%

13:02
13.12.2012

3puristimen HJT:n pultit löysällä 3.8.12

3-HUOVAN HUOPATELA 1. KT-kaavareiden vaihdon yhteydessä havaittiin huovanjohtotelan värähtelevän voimakkaasti. Syyksi paljastui löystyneet kiinnityspultit. Sensodec ei ollut havainnut värähtelyä. Anturi oli hiipunut. Vanhassa järjestelmässä ei mitta-antureiden kunnonvalvontaa.

=> Mitta-antureiden BIAS-jänniteiden tarkkailu tärkeää, samoin koneen fyysinen tarkkailu

Alaviiran imutelan vaihdelaatikkovaurio 26.8.11

Alaviiran imutelan vaihdelaatikko ja putkiakseli vaurioitui perjantain vastaisena yönä klo 04.15. XD:lle oli tullut ensimmäisen kerran voiteluvalvontahäiriöhälytys Sensodeciltä klo 21.10. Vaihteen voiteluvirtaus oli Sensodecin trendin mukaan lähtenyt laskemaan klo 22.18 ja voiteluvirtaus oli loppunut kokonaan klo 0.14, josta XD:lle 0-virtaushälytys ja hälytys oli kuitattu klo 0.14. Nollavirtaushälytys toistamiseen klo 01.08, hälytys kuitattu 01.25. Klo 3.03 viiraosa oli kiihdytetty jälleen tuotantonopeuteen ja pysäytetty vaurioon klo 04.23. Alaviiran imutelan kuormat oli tipahtaneen 42 % -> 1,6%:iin klo 04.06jolloin imutelan putkiakseli on katkennut. Käyttö ja viiraosa olivat pyörineet akselin katkeamisen jälkeen 17minuuttia.

=> Tuotannon suhtautuminen hälytyksiin, uudesta sensodecin pääikkunasta 0-virtaushälytyksen pitäisi havainnoida moneen kertaan tuona aikana

Rullaussylinterin käyttömoottorin D-pään laakeri 17.9.09

Rullaussylinterin käyttömoottorin laakerivaurio kesken ajon. Moottorista tuli yöllä 17.9 klo 2:11 ylikuormahälytys ja se pysähtyi. Ajoa jatkettiin kuittauksen jälkeen. Aamulla klo 4:53 moottori laukesi jälleen ylikuormaan ja vaihto aloitettiin, koska moottori oli täysin jumissa.

SAP:ssa kunnonvalvonnan kirjaus asiasta 11.9.2009. Moottorin vaihto suunniteltiin viikon 40 seisokkiin. Moottoria ei vaihdettu 14.9 rautapulaseisokissa starttisuunnitelmasta johtuen..

=> Uudella järjestelmällä mittausväli on tiheämpi ja kunnonseuranta on mahdollista suorittaa tarkemmin

1.puristimen imutela laakerivaurio 30.3.09

Puristinimutelan kp laakerivaurio => telan vaihto. Laakeri on kiinteän kunnonvalvonnan piirissä. Tela vaihdetaan säännöllisesti ja huolletaan vaihdon jälkeen. Nopeasti syntynyt/pahentunut laakerivaurio, SKF:n vaurioanalyysin mukaan syynä vesivaurio.

=> Nopea vaurio

Symin alapalkin linjaus 19.5.09

Symin alapalkin linjaus, kehdon ja sauvan vaihto. Symin alapalkkia kiinni laitettaessa paperirata katkesi toistuvasti. Yläpalkin kiinnilaitto onnistui hyvin. Tehtiin em. toimenpiteet sekä tarkistettiin mahdolliset radan katkeamiseen vaikuttavat tekijät. Seisokin jälkeen ensimmäinen päällelaitto onnistui.

Ongelmaa esiintyi 13.5.2009 seisokin startista lähtien, jolloin telat vaihdettiin.

=> Linjausvirhe pitäisi olla havaittavissa nopeasti, jos on osaamista Sensodecin seurantaan. Startti seisokin jälkeen.

1-kvr sekä 1-huovan levitystela 21.8.09

1-kuivatusviira oli revennyt saumastaan noin 40cm matkalta hoitopuolen reunasta. 1-kuivatusviira vaihdettiin klo9:36-12:00 välisenä aikana, starttihetkellä noin klo12:30 havaittiin 1-huovan levitystelan kahden segmentin olevan rikki. Levitystela jouduttiin vaihtamaan, tämä vaati PU-huovan sekä 1-huovan vaihdon. PU-johtotelan putoamisen yhteydessä levitystela todennäköisesti saanut osuman ja laakerit vaurioituneet.

Levitystelan vaurio oli nähtävissä Sensodecissä telan putoamisen jälkeen. Taso ei kuitenkaan ylittänyt hälytysrajaa. 14.10.09 päivätyn kunnonvalvonnan toimintamallin mukaan trendien seuranta tehdään jatkossa viikottain ja vastaavat viat tulevat esille.

=> Oikeiden hälytysrajojen ja jatkuvan seurannan tärkeys

PAPERINJOHTOTELA 66 laakerivaurio 14.9.12

Telan OU_TE761761 HP:n laakeri vaurioitui ajon aikana jumittuen ja aiheuttaen käytön laukeamisen. klo 03.00 startissa telan laakerivärähtelyt olivat hypänneet tappiin. Normi tuotanto. Edellisellä viikolla kiertovoitelun öljyn vesipitoisuus oli kasvanut voimakkaasti yli 5000ppm:n kuivaimen vauriosta johtuen. Kiertovoitelu ei ole vaurion aiheuttaja tarkastuksen perusteella.

=> Nopea vaurio, indikoinut itsestään mm. kiihtyvyyden HF peak arvolla 2 päivää aikaisemmin, tapahtunut startin jälkeen ja erikoismiesten työajan ulkopuolella.

Oletko käyttänyt / käytätkö Sensodeciä koskaan?

1,2,3,4,5. Olen käyttänyt hyvin vähän tai käytän satunnaisesti

Osaatko / haluatko osata käyttää Sensodeciä?

1. En osaa, en ole osallistunut koulutukseen, sinäänsä mielenkiintoinen

2. Osaaminen puutteellista, osallistunut koulutukseen, kiinnostaa

3. Osaaminen heikko, halutaan enemmän käytännönläheisempää koulutusta valvomossa, koulutukset puisevat.

4. Ei osaa käyttää ollenkaan, ei osallistunut koulutukseen,

5. Osaaminen heikko, koulutukset hankalia työajan ulkopuolella

Mihin käytät Sensodeciä ?

2. Nollavirtausten seuraaminen, mitä muuta voi?

3&5. Jos DNAlle tulee o-virtaushälytys niin pengotaan.

Mikset käytä / ole kiinnostunut Sensodecistä?

1. Ei ole aikaa ja kiinnostusta, vaikka sinäänsä mielenkiintoinen. Ei kompsensoida palkassa vaikka osaisi. Vaikuttaako kuitenkaan mihinkään vaikka viat havaitsisi aikaisemmin. Pääikkuna aina piilossa.

4. Ei käytä koska ei ole saanut koulutusta eikä osaa muutenkaan.

Sensodecin mahdollisuudet?

Aiemmin käytössä olleen vuorokohtaisen kunnossapito-osaajan malli. Yksi koulutettu henkilö osaisi ja katsoisi tarpeen mukaan. Hommassa oltava jotain järkeä, ettei suunnitella koreita ja näennäisesti tehdä vain jotain.